Rot 378

ORGANISATION EUROPÉENNE ET MÉDITERRANÉENNE
POUR LA PROTECTION DES PLANTES

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN
PLANT PROTECTION ORGANISATION

*

Ceratitis capitata Wied.

RAPPORT

DE LA DEUXIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE
SUR LA MOUCHE MÉDITERRANÉENNE DES FRUITS

(Bonn, 26-28 septembre 1956)

REPORT

OF THE SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE
ON MEDITERRANEAN FRUIT FLY

Janvier 1957
PARIS
142, avenue des Champs-Élysées

Ceratitis capitata Wied.

RAPPORT

de la Deuxième Conférence internationale sur la mouche méditerranéenne des fruits

(Bonn, 26-28 septembre 1956)

REPORT

of the Second International Conference on Mediterranean Fruit Fly

---

La publication du présent rapport a été approuvée par le Comité exécutif de l'Organisation.

Publication of this report has been approved by the Executive Committee of the Organisation.

ORGANISATION EUROPÉENNE ET MÉDITERRANÉENNE POUR LA PROTECTION DES PLANTES

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANISATION

PARIS

TABLE DES MATIÈRES

Page

LISTE DES DÉLÉGUÉS ET OBSERVATEURS 4

RAPPORT DE LA CONFÉRENCE ET RECOMMANDATIONS 6

ANNEXE : *LA LUTTE CONTRE LA MOUCHE DES FRUITS* 14
Rapport de M. P. FRÉZAL

Introduction 14

A. RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS 16

I. Méthodes culturales et précautions prophylactiques . 16
II. Procédés physiques 18
III. Procédés mécaniques 18
IV. Procédés chimiotropiques 20
V. Procédés chimiques 28
VI. Lutte biologique 44

B. DISCUSSION ET PROPOSITIONS 48

Conclusions 58

ANNEXE A : *Personnalités et établissements visités* 62

ANNEXE B : *Bibliographie* 64

CONTENTS

Page

LIST OF DELEGATES AND OBSERVERS 4

REPORT OF THE CONFERENCE AND RECOMMENDATIONS ... 7

APPENDIX : *CONTROL OF MEDITERRANEAN FRUIT FLY* 15
Report of M. P. FRÉZAL

Introduction 15

A. INFORMATION COLLECTED 17

I. Cultural methods and prophylaxis 17
II. Physical methods 19
III. Mechanical methods 19
IV. Methods of chemical attraction 21
V. Chemical methods 29
VI. Biological control 45

B. DISCUSSION AND PROPOSALS 49

Conclusions 59

APPENDIX A : *Persons and establishments visited* 62

APPENDIX B : *Bibliography* 64

Deuxième Conférence internationale sur la mouche méditerranéenne des fruits

(CERATITIS CAPITATA WIED.)

Second International Conference on Mediterranean Fruit Fly

Bonn, 26-28 septembre 1956

DÉLÉGUÉS — DELEGATES

Algérie **Algeria**	*MM.*	P. FRÉZAL	*Service de la protection des végétaux*, Alger.
		P. TEISSEIRE	*Service de la protection des végétaux*, Alger.
Allemagne (Rép. féd.) **Germany** (Fed. Rep.)		H. DREES	*Service de la protection des végétaux*, Bonn.
		H. RICHTER	*Institut fédéral de biologie agricole et forestière*, Braunschweig.
Autriche **Austria**		F. BERAN	*Institut pour la protection des végétaux*, Vienne.
Belgique **Belgium**		G. PEETERS	*Ministère de l'agriculture*, Bruxelles.
	Mme	S. van den BRUEL	*Station de phytopharmacie de* Gembloux.
Chypre **Cyprus**	*MM.*	G. P. GEORGHIOU	*Département de l'agriculture*, Nicosia.
Danemark **Denmark**		P. BOVIEN	*Laboratoire de phytopathologie*, Lyngby.
Espagne **Spain**		J. ABELJON	*Ambassade d'Espagne*, Bonn.
		J. ALONSO	*Section de phytopathologie du Ministère de l'agriculture*, Madrid.
		M. BENLLOCH	*Station de phytopathologie agricole, INRA*, Madrid.
		G. CARRERAS	*Syndicat des fruits et cultures potagères*, Madrid.
		S. PLANES	*Station de phytopathologie agricole*, Burjasot (*Valence*).
États-Unis **United States**		A. REHLING	*Ambassade des Etats-Unis*, Bonn.
France		P. DUMAS	*Service de la protection des végétaux*, Paris.

Israël	*MM.*	A. GRUENBERG	*Ministère de l'agriculture*, Jaffa.
Italie **Italy**		B. COLONNA	*Ministère de l'agriculture*, Rome.
Luxembourg		E. WIRION	*Administration des services agricoles*, Luxembourg.
Pays-Bas **Netherlands**		J. W. HES	*Service de la protection des végétaux*, Wageningen.
		P. H. van de POL	*Service de la protection des végétaux*, Wageningen.
Suède **Sweden**		I. GRANHALL	*Institut pour la protection des végétaux*, Stockholm.
Suisse **Switzerland**		M. STAEHELIN	*Stations fédérales d'essais agricoles*, Lausanne.

ORGANISATIONS INTERNATIONALES*

CEP	*MM.*	H. RENAUD	*Secrétaire général.*
		G. VIEL	*Laboratoire de phytopharmacie de l'INRA*, Versailles.
CEZA	*Mme*	GUENNELON	*Institut national de recherches agronomiques*, Avignon.
	MM.	G. VIEL	Versailles.
CIIA		C. J. BERNARD	*Ancien président de l'Union internationale pour la protection de la nature.*
CILB		W. E. van den BRUEL	*Station d'entomologie de* Gembloux.
FAO		C. LOGOTHETIS	*Division de l'agriculture.*
OECE		B. ROWAN	*Agence européenne de productivité.*

OEPP

	MM.	V. E. WILKINS	*Directeur général, Président de la Conférence.*
		L. W. D. CAUDRI	*Service scientifique.*

* *Les quatre premiers organismes désignés ci-dessous par des initiales sont, dans l'ordre, le Comité permanent des congrès internationaux de lutte contre les ennemis des plantes, le Comité européen de zoologie agricole, la Commission internationale des industries agricoles et la Commission internationale de lutte biologique.*

ORGANISATION EUROPÉENNE ET MÉDITERRANÉENNE POUR LA PROTECTION DES PLANTES

Deuxième Conférence internationale sur la mouche méditerranéenne des fruits

(*Ceratitis capitata* Wied.)

Bonn, 26-28 septembre 1956

RAPPORT

A MONSIEUR LE PRÉSIDENT DU COMITÉ EXÉCUTIF

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

1. Le rapport de la dernière conférence sur la mouche méditerranéenne des fruits, organisée par l'OEPP en janvier 1954 à Alger, contenait un projet de programme pour la recherche de méthodes de lutte contre le ravageur, et des recommandations tendant à ce que l'OEPP examine les moyens de réaliser dans les différents pays méditerranéens intéressés une bonne coordination des travaux proposés. La question fut ultérieurement soumise aux autorités de l'OECE chargées de la gestion des crédits de l'Agence européenne de productivité, et il fut décidé de charger M. Frézal, chef du Service algérien de la protection des végétaux, de se rendre dans les différents pays méditerranéens pour examiner avec leurs spécialistes la situation relative à la lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits, en ayant notamment en vue la coordination des recherches. Les frais de cette mission ont été couverts par l'Agence européenne de productivité de l'OECE, à l'exception des frais supplémentaires occasionnés par la visite de certains pays non membres de l'OECE et que l'OEPP a pris à sa charge. On trouvera le rapport de M. Frézal à l'Agence européenne de productivité en annexe au présent document. Ce rapport constitue une excellente mise au point détaillée de l'état actuel des connaissances et des mesures pratiques concernant la mouche méditerranéenne des fruits, non seulement en Europe, mais dans le reste du monde ; si nous attirons l'attention dès l'abord sur ce document, c'est que nous aurons l'occasion de nous y référer assez souvent dans les paragraphes qui suivent.

2. Notre conférence a donné aux experts de différents pays et de différentes organisations internationales l'occasion d'étudier sous tous ses aspects le problème soulevé par la mouche méditerranéenne des fruits, et notamment les relations entre pays importateurs et exportateurs dans l'important domaine des échanges internationaux d'agrumes et autres fruits sujets aux attaques de la Mouche.

3. En ce qui concerne les aspects techniques des mesures de lutte, les recherches effectuées depuis que M. Frézal a rédigé son rapport l'année dernière n'ont pas donné de nouveaux résultats marquants. De récents travaux ont permis de mettre au point des méthodes satisfaisantes de traitement des fruits cueillis, méthodes qui assurent la destruction des larves et des œufs qui peuvent s'y trouver ; nous reviendrons de manière plus détaillée sur ces travaux, qui permettront peut-être de réduire sensiblement le danger d'introduction du ravageur dans les pays où il pourrait trouver des conditions favorables à son développement. Nous tenons toutefois à souligner que ces traitements ne sauraient être considérés comme un moyen d'éviter l'application de mesures de lutte efficaces contre le ravageur dans les pays d'origine.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANISATION

Second International Conference on Mediterranean Fruit Fly

(*Ceratitis capitata* Wied.)

Bonn, September 26-28, 1956

REPORT

TO THE CHAIRMAN OF THE EXECUTIVE COMMITTEE

SIR,

1. The report of the last conference convened by your Organisation on the Mediterranean fruit fly, held at Algiers in January 1954, included a suggested programme of investigations into methods of controlling the pest, and recommended that EPPO should explore ways and means of ensuring adequate coordination of this programme in the various Mediterranean countries concerned. Subsequently the matter was discussed with the OEEC authorities charged with the administration of the European Productivity Agency funds, and it was decided to commission M. Frézal, Head of the Algerian Plant Protection Service, to visit the countries in the Mediterranean basin and discuss the position of Mediterranean fruit fly control, with special reference to the coordination of experimental work. The cost of the mission was borne by the European Productivity Agency of the OEEC, except that EPPO paid the additional expenses involved in visiting certain of the countries which were not members of the OEEC. M. Frézal's report to the European Productivity Agency is printed as an appendix to this report. It is an excellent detailed appraisement of the present state of knowledge and practice in regard to Mediterranean fruit fly, not only in Europe but elsewhere, and we mention it at this early stage as we shall have occasion to refer to it fairly often in subsequent paragraphs.

2. Our conference gave the experts from various governments and international organisations who attended an opportunity of discussing the fruit fly problem in all its bearings, and notably the relations between importing and exporting countries in the important matter of international trade in citrus and other fruits susceptible to attack.

3. On the technical aspects of control measures, no striking new facts have emerged from experimental work carried out since M. Frézal wrote his report last year. Recent investigations have evolved successful methods of treating harvested fruit so as to destroy any larvae or eggs with which it may be infested ; we shall refer to this work in more detail later, as it opens up possibilities of lessening considerably the danger of introducing contamination into countries where the pest can develop. But we wish to emphasise that such treatments must not be regarded as an alternative to effective control of the pest in the countries of origin.

Lutte chimique

4. Nous sommes persuadés que dans tous les pays exportateurs d'agrumes ou d'autres fruits sujets à la contamination, de grands efforts sont déployés pour combattre la mouche méditerranéenne des fruits et n'exporter que des produits sains. Nombreuses sont les recherches qui visent à mettre au point des mesures de lutte efficaces, mais comme le fait remarquer M. Frézal, les résultats obtenus sont encore trop incomplets pour offrir une protection absolue dans toutes les conditions qui peuvent se présenter dans des plantations fruitières (1). Nous en revenons donc à la recommandation présentée par la conférence d'Alger, selon laquelle les chercheurs intéressés auraient intérêt à accepter et à prendre part à un programme de recherches commun, dont il nous semblerait opportun que la coordination fût confiée à l'OEPP. Il est inutile de surcharger de détails le présent rapport ; les fondements de ce programme constituaient l'annexe II du rapport de la conférence d'Alger, et dans son rapport, M. Frézal fait état de certains points de ce programme — recherches sur les appâts toxiques notamment — sur lesquels on pourrait mettre l'accent. Il serait à notre avis extrêmement utile, au cas où l'OEPP serait en mesure de fournir les crédits nécessaires et où le Gouvernement algérien y serait disposé, que M. Frézal soit chargé de se rendre dans les principaux pays exportateurs au cours de l'automne prochain, pour jeter les bases d'une série de recherches coordonnées en liaison avec les services nationaux de recherches et de protection des végétaux.

Lutte physique

5. La lutte physique — qui vise surtout à détruire les œufs et les larves se trouvant à l'intérieur des fruits infestés — n'a pas donné lieu à des recherches systématiques suffisantes dans le Bassin méditerranéen. Comme il a été indiqué au paragraphe 3 ci-dessus, ces méthodes peuvent offrir une solution au problème des échanges de fruits entre pays exportateurs infestés par la Mouche et pays importateurs désirant se protéger contre l'introduction du ravageur. Ces derniers ont tendance à imposer des restrictions de plus en plus sévères sur les importations de fruits, et les pays exportateurs auraient grand intérêt à ce que la recherche des différents modes de désinsectisation des fruits cueillis — réfrigération, traitement par la chaleur, fumigation, trempage, etc. — soit amorcée ou intensifiée afin que des méthodes de traitement pratiques et efficaces soient mises au point pour les différentes espèces et variétés de fruits dans les conditions climatiques des pays du nord et du sud de la Méditerranée.

6. Le rapport de M. Frézal contient un résumé des recherches entreprises en Union sud-africaine et aux États-Unis sur le traitement des variétés de fruits par le froid et la chaleur, méthodes actuellement employées l'une comme l'autre à l'échelon industriel. M. Frézal fait mention en outre des expériences effectuées en Espagne, où les larves de mouches ont été détruites à l'intérieur de raisins maintenus dans une atmosphère saturée d'eau à la température de 43,5 °C. Le rapport soumis à la conférence par l'expert de la FAO en Libye faisait état des résultats d'expériences de fumigation au bromure de méthyle sur abricots, effectuées à la demande de plusieurs importateurs. Aux doses optimum, les larves ont été complètement détruites et ni la qualité ni la saveur des fruits n'en ont été affectées. Le délégué d'Israël a signalé les résultats prometteurs des expériences faites en trempant les agrumes dans une solution de dibromure d'éthylène ; un tel procédé, une fois mis au point, faciliterait sur toute la ligne le travail des centres d'emballage, puisque les fruits doivent être lavés de toute manière. Certains autres pays se livrent également à des expériences sur le dibromure d'éthylène. Il existe donc d'ores et déjà d'importantes données de base permettant d'établir un sérieux programme de recherches afin de déterminer les meilleures méthodes de traitement des fruits dans les différents pays méditerranéens, mais là encore, les efforts doivent être coordonnés, et si, comme nous l'espérons, la mission proposée au paragraphe 4 se réalise, elle fournirait une excellente occasion de jeter les bases d'une telle coordination.

---

(1) Il semble qu'en règle générale, les entrepôts et les centres d'emballage ne sont pas équipés de manière à empêcher que les mouches adultes ne s'échappent et gagnent les plantations voisines. Il conviendrait que les divers pays, exportateurs aussi bien qu'importateurs, se penchent sur cette question.

Chemical Control

4. We are convinced that in all countries exporting citrus or other susceptible fruit, great efforts are being made to control Mediterranean fruit fly so as to export only healthy produce. The investigations of efficient control measures are extensive, but, as M. Frézal points out, the results are still not sufficiently complete to make it possible to provide sure protection in all circumstances arising in fruit plantations (1). We therefore return to the recommendation made by the Algiers conference, that the research workers concerned should accept and take part in a joint research programme, and we consider it desirable that the programme should be coordinated by EPPO. We need not burden this report with details ; the foundation of such a programme was printed as Appendix II of the report of the Algiers conference, and in M. Frézal's report he has mentioned some directions in which it might be strengthened, particularly by the inclusion of investigations into toxic baits. We think it would be extremely useful, if EPPO could provide the funds, and if the Algerian government agreed, that M. Frézal should be commissioned to visit the principal exporting countries next Autumn, and prepare the way for a series of coordinated investigations in conjunction with the national research and plant protection services.

Physical Control

5. Control by physical methods — which aim chiefly at destroying eggs and larvae inside infested fruit — has not been the subject of sufficient systematic research in the Mediterranean area. As suggested in paragraph 3 above, such methods are capable of providing a solution of the problem of the fruit trade between fly-infested exporting countries and importing countries wishing to protect themselves against infestation by the pest. Such countries tend to impose increasingly severe restrictions on fruit imports, and it would be greatly in the interest of exporting territories that investigations should be initiated or intensified into the various ways of decontaminating harvested fruit — refrigeration, heat treatment, fumigation, dipping, etc. — to establish practical methods effective for treating the various species and varieties of fruit under the climatic conditions obtaining in countries in the north and south Mediterranean areas.

6. M. Frézal's report includes a summary of investigations carried out in South Africa and the United States on the treatment of fruit varieties by cold and by heat, both of which methods are now used industrially. He also refers to trials carried out in Spain, where the fly larvae were destroyed inside grapes when kept in a water-saturated atmosphere raised to 43.5 °C. A report submitted to the conference by the FAO expert in Libya included the results of experiments in the fumigation of apricots with methyl bromide, carried out in view of the request for such treatment made by several importers. At the optimum dosages the larvae were completely destroyed and there was no adverse effect on the quality or taste of the fruit. The Israeli delegate referred to the promising results of experimental work in dipping citrus fruit in ethylene dibromide, which if successful would facilitate the entire technique in the packing stations, since the fruit must be washed in any case. Some other countries are also experimenting with ethylene dibromide. Thus a considerable body of information already exists on which to build a sound scheme of investigation into the best methods of treating fruit in the various Mediterranean countries, but here also the efforts should be coordinated, and if, as we hope, the Mission proposed in paragraph 4 materialises, it would be an excellent opportunity of establishing a satisfactory basis for such coordination.

---

(1) Incidentally, it would appear that storage and conditioning centres are not normally equipped with devices for preventing adult flies from escaping and reaching neighbouring plantations. Both exporting and importing countries should look into this point.

Résidus consécutifs aux traitements

7. Il est important de garder présent à l'esprit que non seulement dans le cas du traitement des fruits cueillis, mais aussi en ce qui concerne l'emploi d'insecticides dans les plantations et les vergers, un grand nombre des produits employés sont toxiques pour l'homme. Il va sans dire que les services de la santé publique de tous les pays ont à cœur de s'assurer que les résidus éventuels sur les fruits soient réduits au minimum, de façon à rester nettement en deça du seuil de nocivité pour l'homme. Dans de nombreux pays la législation existante ou en préparation prévoit des tolérances au delà desquelles aucun fruit ne peut être livré à la consommation. La question de la toxicité est vaste et complexe, et certains de ses aspects dépassent la compétence de l'OEPP. Si cette question a été soulevée à la réunion, c'est surtout pour amener les pays exportateurs à établir leurs programmes expérimentaux sans oublier qu'il serait vain de prévoir des traitements qui, même s'ils réussissent parfaitement à détruire les insectes à l'extérieur ou à l'intérieur des fruits, risquent, lors de leur application sur le terrain, de rendre ces fruits impropres à la consommation. C'est avec plaisir que nous avons appris qu'au Congrès de Phytopharmacie qui doit se tenir à Hambourg en septembre 1957, une section phytopharmaceutique spéciale se consacrera à la question des résidus d'insecticides, car c'est là une question à laquelle le corps médical et le public prêtent une attention de plus en plus grande, et qui doit donc compter parmi les préoccupations des chercheurs qui se consacrent à l'agriculture et plus particulièrement à la protection des végétaux.

Restrictions phytosanitaires

8. Nous estimons que pendant la période où le ravageur risque, s'il est présent dans les fruits, de se propager dans les pays importateurs, ces derniers seraient fondés à exiger que les envois de fruits importés soient accompagnés de certificats phytosanitaires conformes au modèle recommandé par la Convention internationale de 1951 pour la protection des végétaux et attestant que les envois ont été minutieusement examinés et jugés pratiquement indemnes d'ennemis et de maladies dangereux. Toutefois, nous partageons le point de vue exprimé à la conférence d'Alger, selon lequel, en saisons normales, il est peu vraisemblable que *d'octobre à début mars* des larves se développent dans les fruits de citrus contaminés en provenance du bassin méditerranéen, à l'exception toutefois des clémentines, des mandarines, des pamplemousses et des pomelos tardifs ; les pays importateurs ne seraient donc pas fondés à exiger pendant cette période, pour les agrumes (à l'exception des espèces nommées ci-dessus) une déclaration attestant qu'ils sont indemnes de *Ceratitis capitata.*

Tolérances

9. Nous avons longuement examiné l'importante question des tolérances. Quel est le degré d'infestation qu'un pays importateur peut raisonnablement accepter, tolérance au delà de laquelle il se voit obligé de refouler des envois qui sont souvent d'une importance et d'une valeur considérables? Nous tenons à préciser que la discussion ne portait pas sur les dispositions juridiques ; les pays ont le droit d'exiger des fruits parfaitement sains et ils doivent fonder leur réglementation phytosanitaire sur ce principe. Toutefois, dans la pratique, l'état sanitaire parfait est un idéal qui se trouve rarement réalisé, surtout dans le cas d'un insecte comme la mouche méditerranéenne des fruits, qui peut pulluler à toute époque de l'année. La tâche des pays exportateurs serait grandement facilitée s'ils savaient que tel pays importateur, conscient du fait que dans certaines conditions et à certaines époques de l'année l'importation d'une faible quantité de fruits infestés ne risque pas de provoquer le développement de l'infestation sur son territoire, est disposé à tolérer un certain pourcentage de fruits ainsi contaminés, et ne refusera pas un envoi dans la mesure où le degré d'infestation ne dépasse pas le pourcentage prévu.

10. Bien que nous soyons pleinement conscients de l'importance de cette question du point de vue des échanges, nous n'avons pu convenir d'une recommandation à présenter, et nous nous bornons à proposer que la question soit laissée aux négociations bilatérales entre pays exportateurs et importateurs. Le chef du Service de la protection des végétaux d'un important pays importateur représenté à la conférence a toutefois indiqué la voie en déclarant son intention d'accepter des agrumes avec une tolérance de 3 % de fruits véreux, à la condition

Residues after Treatment

7. It is important to bear in mind, not only in the case of treatments of harvested fruit, but in the use of insecticides in groves and orchards, that many of the materials used are toxic to humans. Public health authorities in all countries are naturally anxious that any residues remaining on the fruit should be well below the limits at which they might be harmful to human health. In many countries legislation has been or is being introduced laying down tolerances above which no fruit may be sold for human consumption. The question of toxicity is a wide and intricate one, and lies rather beyond the sphere of EPPO. Although, therefore, the subject was raised at the meeting, this was done mainly in order to ensure that the experimental programmes of exporting countries should have regard to the fact that it would be a waste of time to provide for treatments which, however successful in destroying insect pests either in or outside of the fruit, might subsequently, if applied in practice, lead to its condemnation for human consumption. We were glad to be informed that at the Crop Protection Congress to be held in Hamburg in September 1957, a special phytopharmaceutical section will devote itself to the subject of insecticidal residues, for it is a problem to which the medical profession and the public are paying increasing attention, and which must therefore occupy also the minds of the scientists working in the interests of agriculture and especially of plant protection.

Phytosanitary Restrictions

8. We consider that during the period when there is a danger that the pest, if present on the fruit, might be capable of developing in the countries of import, the governments of such countries would be justified in requiring consignments of imported fruit to be accompanied by phytosanitary certificates on the lines of the model certificate recommended by the International Plant Protection Convention, 1951, stating that the consignments had been thoroughly examined and found substantially free from injurious pests and diseases. We agree, however, with the view of the Algiers conference that in normal seasons there is no likelihood of larvae developing in fly-stung citrus fruits exported from the Mediterranean area *from October until early March*, except in the case of clementines, mandarines, grapefruit and late pummelos, and that there is therefore no justification during that period for requiring a declaration of freedom from *Ceratitis capitata* in respect of citrus fruit, with the exceptions mentioned.

Tolerances

9. We discussed at some length the important question of tolerances, that is, what degree of infestation might be reasonably permitted by an importing country before taking a decision to refuse consignments of fruit, which are often of considerable size and value. We would make clear that we were not discussing any question of legal enactments ; governments are entitled to require perfectly clean fruit and must base their phytosanitary regulations on that requirement. In practice, however, the ideal of perfect health is rarely attainable, especially in the case of a pest like the Mediterranean fruit fly, which can flourish abundantly at all seasons of the year. Exporting countries would be greatly helped if they knew that a country of import, appreciating that under certain conditions and at certain seasons the importation of a small percentage of infested fruit could not give rise to the development of infestation within its territory, was prepared to tolerate a specified percentage of such infested fruit, and would not refuse to accept a consignment unless that percentage was exceeded.

10. While recognising the importance of this question from the trade standpoint, we were unable to come to an agreed recommendation, and can only suggest that the matter be left to bilateral negotiations between the exporting and importing countries. A lead was given, however, by the Head of the plant protection service of an important importing country represented at the Conference, who expressed his readiness to accept citrus fruit with a 3 % tolerance of wormy fruit, provided the soil temperature in the neighbourhood of the point of entry did not

que la température du sol aux alentours du lieu d'entrée ne soit pas supérieure à 4 °C au moment de l'importation. Si la température atteignait un chiffre plus élevé, le service de la protection des végétaux du pays exportateur en serait informé par télégramme et le pourcentage de tolérance serait réduit.

11. La question des tolérances est étroitement liée à celle de la confiance. Nous invitons vivement les agents de la protection des végétaux des pays exportateurs et importateurs à entretenir des relations personnelles aussi étroites que possible, et à échanger des visites. Si le service de la protection des végétaux du pays importateur est convaincu que tout est mis en œuvre dans le pays exportateur pour combattre *Ceratitis capitata* et pour n'exporter que des produits sains, il sera d'autant plus enclin à introduire les tolérances officieuses qui contribuent si largement à faciliter la tâche des exportateurs.

Lutte culturale

12. Nous désirons attirer l'attention sur les sections du rapport de M. Frézal qui traitent du rôle important que peuvent jouer les méthodes culturales dans la lutte contre *Ceratitis capitata*. Dans l'établissement des programmes d'exploitation des zones de production fruitière, on devrait, estime M. Frézal, tenir compte bien plus qu'on ne le fait actuellement des dangers directs et indirects que peut comporter la propagation de ce ravageur. Cela serait particulièrement nécessaire dans les régions chaudes et tempérées du Bassin méditerranéen, où l'hiver n'occasionne qu'un simple ralentissement de la succession des générations de l'insecte et où les agrumes ainsi que d'autres fruits sont cultivés dans de petites ou moyennes exploitations, qui, ensemble, représentent une grande superficie plantée de manière trop ininterrompue pour réaliser les conditions d'isolement souhaitables à leur protection. Du point de vue de la lutte contre *Ceratitis*, la production fruitière devrait être conçue de manière à éviter un échelonnement qui va d'un bout de l'année à l'autre dans les zones de production d'agrumes et du printemps à l'automne dans d'autres. A cet égard, il serait très souhaitable qu'une collaboration s'établisse entre les conseillers arboricoles d'une part et les entomologistes et pathologistes d'autre part.

Lutte biologique

13. Aucun progrès n'est malheureusement à signaler dans ce domaine, malgré tout l'intérêt qu'il présente. Les tentatives d'introduction de parasites de la Mouche entreprises il y a quelques années en Italie, en Israël et plus particulièrement en Espagne ont échoué. Toutefois, l'accélération des transports aériens et la découverte à Hawaï de parasites nouveaux qui s'attaquent aux œufs de la Mouche laissent entrevoir de nouvelles possibilités, qu'il serait intéressant d'étudier. Nous avons été heureux d'apprendre que la Commission internationale de lutte biologique tiendra prochainement une conférence où elle examinera notamment la lutte biologique contre *Ceratitis capitata*.

---

14. M. le Dr Sonnemann, secrétaire d'État au Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et des forêts de la République fédérale d'Allemagne a ouvert notre conférence. L'organisation matérielle de la réunion et du voyage d'études qui lui a fait suite avait été confiée au Service allemand de la protection des végétaux, sous la haute direction du Dr Drees. L'interprétation simultanée des débats était assurée grâce à l'obligeant concours du Ministère allemand. Tout avait été prévu avec soin et compétence, et nos remerciements les plus sincères vont à M. le Ministre de l'agriculture de la République fédérale, qui a bien voulu nous permettre de tenir notre réunion à Bonn, ainsi qu'au Dr Sonnemann, au Dr Drees et à ses collègues, pour tout ce qu'ils ont fait afin d'assurer le succès de la conférence.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de nos sentiments respectueux.

Signé au nom des délégués à la Conférence :
V. E. WILKINS
(*Président*).

Janvier 1957.
142, avenue des Champs-Élysées, Paris.

exceed 4 °C at the time of import. If and when the temperature rose above this figure, the plant protection service of the exporting country would be warned by telegram and the tolerance would be made more severe.

11. The question of tolerances is closely bound with the question of confidence. We strongly urge that the personal contacts between the plant protection services of exporting and importing countries should be made as close as possible, and that there should be a mutual exchange of visits. If the plant protection service of the importing country is satisfied that everything possible is being done in the country of export to control *Ceratitis capitata* and to send out only clean fruit, the establishment of an unofficial basis of tolerance, which is so necessary for facilitating the work of the exporters, is much more likely to follow.

Cultural Control

12. We would draw attention to the sections of M. Frézal's report dealing with the important contribution which cultural methods can make to the control of *Ceratitis capitata*. As he states, development programmes for fruit-growing areas should pay far more attention than at present to the dangers that this pest can bring in its train. This is particularly necessary in the warm, temperate regions of the Mediterranean area, where the Winter merely slows down the successive generations of the insect, and where citrus and other fruit are cultivated on small and medium-sized holdings on which they cover a wide area without sufficient break in continuity to provide adequate conditions of protective isolation. From the standpoint of *Ceratitis capitata* control, fruit production ought to be managed in such a way as to avoid continual staggering throughout the year in citrus-growing areas, and from Spring to Autumn in others. Collaboration in this matter between technical arboriculturists on the one hand and the entomologists and pathologists on the other is very desirable.

Biological Control

13. Unfortunately there is no progress to record in this field, which is of great interest. Attempts made some years ago in Italy, Israel and, more particularly, in Spain to introduce parasites of the fruit fly have not met with success. The development of rapid air transport and the discovery in Hawaii of new parasites which attack the eggs of the fly have opened up new possibilities which it would be well worth while to explore. We were glad to be informed that the International Commission on Biological Control is shortly holding a conference at which one item for discussion will be the biological control of *Ceratitis capitata*.

---

14. Our conference was opened by Dr. Sonnemann, State Secretary of the Federal German Ministry of Food, Agriculture and Forestry. The organisation of the meeting and of the study tour which followed was the care of the Federal German Plant Protection Service, under the general direction of Ministerialrat Dr. Drees. Simultaneous interpreting facilities were made available through the kindness of the Federal Ministry. Everything was managed ably and efficiently, and our sincere thanks are due to the Federal German Minister of Agriculture, who authorised the meeting to be held in Bonn, to Dr. Sonnemann, and to Dr. Drees and his colleagues, for all that was done to make the conference successful.

We have the honour to be, Sir,

Your obedient servants,

Signed on behalf of the Conference :

V. E. WILKINS

(*Chairman*).

January 1957.
142, avenue des Champs-Élysées, Paris.

ANNEXE

La lutte contre la mouche méditerranéenne des fruits

RAPPORT SOUMIS A L'AGENCE EUROPÉENNE DE PRODUCTIVITÉ DE L'OECE

par

P. Frézal

Chef du Service algérien de la protection des végétaux

Le rapport qui suit a été établi sur la base des renseignements recueillis au cours des visites effectuées par M. Frézal dans le sud de la France, au Portugal, en Italie, en Grèce, en Espagne, en Tunisie, au Maroc, en Libye et en Israël vers la fin de 1954 et en 1955.

Introduction

La mouche méditerranéenne des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.) est unanimement considérée comme étant le plus préjudiciable des ennemis des cultures fruitières du Bassin méditerranéen.

Cet ennemi, dont l'action néfaste est le résultat de la polycarpophagie de son stade larvaire, s'attaque aux fruits de toutes les espèces fruitières et de quelques variétés de plantes maraîchères cultivées dans le Bassin et dont la maturité coïncide avec les périodes favorables à sa multiplication.

Ses méfaits se manifestent sous divers aspects, selon la climatologie, les fruits-hôtes, l'échelonnement de la production des espèces et variétés sensibles, les méthodes culturales, pour ne citer que les principaux facteurs intervenant. Ils peuvent se traduire par l'impossibilité de produire économiquement, soit en réduisant ou en supprimant les récoltes, soit en augmentant le prix de revient du fait de la nécessité de faire appel à des moyens de protection onéreux, soit en limitant les débouchés en raison du souci qu'ont certains pays d'empêcher, sur leur territoire, l'introduction du parasite ou simplement la création de foyers par l'importation de produits originaires de contrées contaminées.

Dans le but de se protéger contre cet ennemi, de nombreux moyens de lutte sont proposés, mais aucun d'entre eux ne possède une efficacité unanimement reconnue ; même leur conjugaison raisonnée, malgré la sujétion qui peut en naître, se montre insatisfaisante sous certains climats, et ceci, pour d'importantes productions.

Les résultats déduits de l'expérimentation de ces divers moyens varient également selon les auteurs et les contrées. Il a donc paru indispensable, avant de juger du choix des moyens de lutte à retenir de préférence dans chaque grande région naturelle de production des pays méditerranéens, de connaître exactement les protocoles d'essais utilisés par les différents chercheurs, afin de pouvoir comparer leurs conclusions et, si le besoin s'en faisait sentir, d'orienter et de standardiser les programmes à venir.

L'Agence européenne de productivité de l'OECE, saisie de cette nécessité par l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes, a décidé de confier à un consultant la mission de visiter les principaux pays méditerranéens, dans le but de rassembler les renseignements relatifs aux techniques et résultats des travaux expérimentaux qui y sont poursuivis

APPENDIX

Control of Mediterranean Fruit Fly

REPORT SUBMITTED TO THE EUROPEAN PRODUCTIVITY AGENCY OF THE OEEC

by

P. Frézal

Head of the Algerian Plant Protection Service

The report below was compiled from information obtained in the course of visits by M. Frézal to Southern France, Portugal, Italy, Greece, Spain, Tunisia, Morocco, Libya and Israel towards the end of 1954 and in 1955.

Introduction

Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wied.) is unanimously regarded as the most destructive fruit pest in the Mediterranean area.

The damage is done by the fruit-eating larvae, which attack all species of fruit and some varieties of market-garden plants cultivated in the area which mature at periods favourable to the propagation of the pest.

Damage may take different forms, varying with the climate, the host fruit, the staggered production of susceptible species and varieties, the cultural methods employed — to mention only the main factors. Economic production may become impossible, either because the crops are reduced or destroyed, or because production costs are increased by expensive measures of protection, or because markets are limited by the restrictions imposed by certain countries which wish to keep their territory free from the pest and prevent breeding-centres from being formed by imports from infested countries.

Numerous methods of controlling the pest have been suggested, but none of them has been unanimously recognised as effective. Even a judicious combination, despite the resulting control, has proved unsatisfactory in certain climates and for crops of importance.

The results of experiments with the various control methods also vary according to the author and the country. It therefore seemed essential, before assessing the best methods of control to be adopted in each large natural area of production in the Mediterranean countries, to have an exact knowledge of the experimental methods used by the various investigators. In this way, their findings can be compared and, if necessary, a suitable direction and standardisation given to future programmes.

When the European Productivity Agency of the OEEC was approached on the matter by the European and Mediterranean Plant Protection Organisation, it decided to send a consultant to visit the main Mediterranean countries, in order to collect information on the experimental techniques and results of the work being done on the control of the Mediterranean fruit fly, and

en matière de lutte contre la mouche méditerranéenne et de proposer les mesures à prendre en vue d'établir un projet de coordination des efforts développés à ce sujet, afin que les progrès réalisés soient plus rapides.

Le présent rapport a pour objet de donner une idée générale de l'état de la lutte et de l'expérimentation, tel qu'il a pu être constaté du 26 novembre au 22 décembre 1954 en Lybie, Israël, Grèce et Sardaigne ; les 26 et 27 juin 1955 en Tunisie, du 22 août au 14 septembre 1955 en France, Espagne, au Portugal et au Maroc ; le 31 décembre 1955 en Algérie.

La liste des personnes, laboratoires, services ou plantations visités au cours de cette mission fait l'objet de l'annexe A (p. 62). Les renseignements concernant les travaux entrepris et résultats obtenus en Algérie sont fournis par l'expert chargé de la mission, dont la fonction qu'il exerce dans ce pays permet de les orienter et de les centraliser.

Il est évident qu'en raison de l'étendue de l'aire d'expansion de la mouche des fruits, l'étude faisant l'objet de cette mission ne pouvait être qu'incomplète si elle s'était limitée aux connaissances acquises à son sujet dans le seul bassin méditerranéen. Aussi, le consultant a cru devoir s'inspirer des travaux mondialement exécutés sur la cératite et d'autres trypétidés voisins, dans la mesure où il a pu se les procurer. La bibliographie ainsi utilisée, pour ce rapport, fait l'objet de l'annexe B (p. 64).

L'exposé des renseignements obtenus au cours des diverses visites effectuées aurait pu être fait en suivant l'ordre chronologique dans lequel ils ont été obtenus, ou par pays. Il est apparu toutefois préférable au consultant d'en faire état par catégorie, ce qui l'a amené à accomplir un travail de synthèse pour chaque méthode de lutte, en tenant compte également des indications d'origine extra-méditerranéenne. Il en résulte que les chapitres de la présente étude concernent respectivement :

les procédés de lutte culturale,
physique,
mécanique,
chimiotropique,
chimique,
biologique.

Le travail se complète par une discussion des méthodes utilisées et des résultats obtenus et se termine par un projet d'organisation de l'expérimentation à entreprendre en matière de lutte contre la mouche des fruits dans les pays circum-méditerranéens.

A. RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS

I. Méthodes culturales et précautions prophylactiques

Dans tous les pays visités, les planteurs, sans qu'une ligne de conduite soit précisée, s'efforcent d'utiliser les conditions naturelles de leurs exploitations, en vue d'obtenir une protection naturelle de leur production contre le parasite. C'est ainsi que la pratique les a amenés à choisir les variétés fruitières sensibles en fonction des époques de maturité, lesquelles en règle générale se situent avant que le parasite n'ait pu accomplir deux multiplications consécutives depuis sa reprise d'activité annuelle. Cette conception amène, sauf intervention de la lutte, l'abandon de variétés arrivant à maturité à partir du début juillet dans la plupart des pays sud-méditerranéens et du début août dans ceux du littoral Nord de la Méditerranée.

En année normale, ces dispositions donnent satisfaction du fait qu'elles évitent les états de contamination qui pourraient placer la plantation dans des conditions économiquement déficitaires, mais, en années à printemps précoce, les dégâts atteignent des proportions exceptionnellement élevées, pouvant amener des pertes allant jusqu'à la totalité de la récolte. Ce fut, en particulier, le cas de l'Espagne et du Portugal en 1955.

Par contre, la rupture de cycle du parasite provoquée en période active, dans une région fruitière, a l'effet de supprimer toute possibilité de multiplication pendant un laps de temps suffisant et de déterminer

to propose measures to be adopted for the co-ordination of efforts, with a view to making more rapid progress.

The object of this report is to give a general idea of what has been done so far in the way of control and experiment. The information covers the periods : November 26 to December 22, 1954, in Libya, Israel, Greece and Sardinia ; June 26-27, 1955, in Tunisia ; August 22 to September 14, 1955, in France, Spain, Portugal and Morocco ; December 31, 1955, in Algeria.

The list of persons, laboratories, services or plantations visited during this mission is given in Appendix A (p. 62). Information concerning the work undertaken and the results obtained in Algeria has been furnished by the expert responsible for the mission, as the functions which he fulfils in that country enable him to direct and centralise such information.

It is obvious that as the activity of the fruit fly covers a wide area, the study which is the purpose of this mission would necessarily be incomplete were it limited to knowledge acquired in the Mediterranean area alone. The consultant therefore considered it advisable to draw on the research done all over the world on the habits of *Ceratitis* and other similar Trypetidae, insofar as he could obtain the relevant literature. The bibliography used for the purposes of this report is given in Appendix B (p. 64).

The information obtained in the course of the various visits could have been set out in chronological order of collection, or by individual country. The consultant has, however, deemed it preferable to proceed by categories. In this way, he has prepared a comprehensive study of each form of control, including information from non-Mediterranean sources. The chapters of this study consequently deal with :

Methods of cultural control,
physical control,
mechanical control,
chemical attraction,
chemical control,
biological control.

The study is supplemented by a discussion of the methods adopted and the results obtained. It concludes with a proposal for the organisation of experiments in *Ceratitis* control in all countries bordering the Mediterranean.

A. INFORMATION COLLECTED

I. Cultural Methods and Prophylaxis

Without any specific line of conduct being prescribed, growers in all the countries visited endeavour to make use of natural conditions to protect crops from the pest by natural methods. It is therefore the grower's practice to base his selection of susceptible varieties on their respective maturity periods, generally choosing those which ripen before the pest has been able to accomplish two consecutive multiplications since its annual resumption of activity. The result — unless control is introduced — is to abandon varieties that begin to ripen in early July in most southern Mediterranean countries and in early August on the northern shores of the Mediterranean.

In normal years, this practice is satisfactory, as it avoids infestation that might lead to economic loss for the plantation, but in years when the Spring comes early, damage reaches exceptionally high proportions, and up to 100 % of the crop may be destroyed. Such, in particular, was the case in Spain and Portugal in 1955.

On the other hand, nowhere are any formal rules laid down with the aim of breaking the pest's life cycle during its active period in a fruit-growing area, in order to remove all possibility of its multiplication

ainsi l'arrêt des pullulations à une époque de l'année favorable à la multiplication de la mouche, ne fait nulle part l'objet de dispositions formelles. Même dans les pays où la culture des citrus permet la perpétuation du carpophage d'octobre à juin, aucune mesure de ce genre ne fait l'objet de programme ou de simple conseil. Bien au contraire, afin de répartir la production fruitière le plus largement possible pendant l'année, l'échelonnement de la production tend à s'étaler. Il en résulte que dans les contrées à hiver tempéré, l'insecte trouve, à toute époque, des fruits permettant sa multiplication. Ce fait est aggravé dans certains cas par la pratique des cultures intercalaires de variétés fruitières ou légumières. Il est toutefois à noter, dans les régions spécialisées dans une production déterminée, un courant d'idées en faveur de la suppression des plantes-hôtes étrangères à la spécialité, dont la présence favorise l'état endémique de l'ennemi.

La pratique qui consiste à ramasser les fruits tombés ou à cueillir les fruits piqués encore sur l'arbre est très souvent conseillée, mais outre qu'elle bénéficie rarement de la faveur des planteurs, elle souffre, dans son application, d'imperfections qui en rendent les effets illusoires. D'autre part, mise en œuvre à l'occasion de fruits tels ceux des citrus précoces, elle conduit à des destructions importantes en contre-partie de risques minimes. Enfin, comme les fruits de certaines variétés très réceptives ne présentent apparemment aucun signe permettant de déceler l'état de contamination, ils échappent à la surveillance exercée. En pareil cas, cette pratique contribue à déterminer un climat de sécurité factice.

Il est également remarquable de noter qu'aucune des installations de stockage ou de conditionnement visitées au cours de la mission, n'était pourvue d'un dispositif empêchant les adultes nés dans l'établissement de s'échapper et de gagner les plantations avoisinantes.

II. Procédés physiques

Les méthodes de destruction de l'insecte utilisant des moyens physiques ne sont nulle part appliquées sciemment dans le bassin méditerranéen, bien que des essais effectués en Espagne confirment l'efficacité des mesures appliquées par les organisations de la police phytosanitaire des États-Unis en vue de protéger ce pays contre l'importation des mouches carpophages, mesures qui consistent à soumettre les fruits suspects en atmosphère humide, à une température de 43,5 °C pendant six heures.

L'extension du nombre d'entrepôts frigorifiques et la tendance d'y conserver les fruits afin d'échelonner les ventes en fonction des demandes, y est par contre à l'origine de destruction d'œufs et larves, lorsque les fruits sont soumis à un degré de température léthale pendant l'entreposage.

III. Procédés mécaniques

Le seul utilisé est l'ensachage. Dans les pays situés au sud de la Méditerranée, il est couramment employé pour protéger les fruits sensibles arrivant à maturité après le 15 juillet, et ceux des arbres isolés ou des jardins familiaux. Son prix de revient limite sa mise en œuvre aux fruits de gros calibres ou de luxe, se vendant à un prix élevé et à l'unité. Au cours de ces dernières années, la cellophane a tendu à remplacer le papier en raison de sa transparence et de sa résistance aux agents météoriques.

Ce procédé présente cependant quelques inconvénients, même lorsque son application peut être envisagée économiquement. Il exige des fruits qu'ils soient isolés, autant que possible pédonculés et bien abrités. D'autre part, les sacs, bien qu'ils soient perforés, constituent une enceinte favorisant le développement de la plupart des espèces de cochenilles redoutables des arbres fruitiers et des agrumes, probablement en les protégeant des prédateurs ou parasites et en créant un micro-climat particulier. C'est le cas en Algérie du pou de San José et de *Parlatoria oleae* pour les poires, et de celui de la cochenille blanche et du pou rouge pour les fruits de citrus.

Les fruits alors soumis à une attaque encroûtante de ces parasites, le plus souvent accompagnée d'une abondante formation de fumagine, sont perdus pour le producteur et constituent des foyers de contamination redoutable pour la plantation.

L'ensachage dans ces régions ne peut donc être envisagé que pour des plantations saines et pour une durée n'excédant pas sept à huit semaines.

Enfin, cette pratique, même dans les meilleures conditions, n'a pas une efficacité parfaite, en raison des ruptures ou éclatements des sacs et, également, des oublis qui sont d'autant plus nombreux que les arbres sont plus volumineux et plus touffus.

Dans les pays méditerranéens l'utilisant, sa mise en œuvre bénéficie d'une conception uniforme. Les fruits des essences à pépins et à noyaux sont ensachés après la chute de juin et au plus tard deux mois avant la maturité. Les fruits de citrus sont mis en sacs en septembre, avant le changement de coloration et y sont maintenus jusqu'à la récolte.

for long enough to stop infestation at a season favourable to the propagation of the fly. Even in countries where citrus cultivation facilitates the propagation of the fruit fly from October to June, no measure of this kind has been the subject of a programme, or even of a simple recommendation. Quite on the contrary, production tends to be increasingly staggered, so as to spread the fruit crop over as much of the year as possible. The result is that in countries with a mild Winter, the insect finds fruit at all times to facilitate its propagation. In certain instances, this is aggravated by the practice of growing catch crops of fruit or vegetables. At the same time, it should be noted that, in regions specialising in a particular crop, there is a tendency in favour of the suppression of host plants unconnected with the specialisation, whose presence encourages the endemic state of the pest.

The practice of gathering windfalls or punctured fruit still on the trees is frequently advocated, but apart from the fact that it is rarely favoured by growers, it has practical disadvantages that render its effects illusory. Furthermore, when applied to such fruit as early citrus, it means substantial destruction in exchange for very little risk. Finally, as some highly receptive varieties of fruit show no apparent signs betraying their infested condition, they escape supervision. In such cases, the practice helps to foster a false sense of security.

It is also remarkable to note that not one of the storage or conditioning installations visited in the course of the mission, was fitted with a device by which adult flies born on the premises could be prevented from escaping and reaching the neighbouring plantations.

II. Physical Methods

Physical methods of destruction are nowhere consciously employed in the Mediterranean area, although trials in Spain confirm the effectiveness of the measures applied by the United States Plant Quarantine authorities to protect that country against the importation of fruit flies. These measures consist of placing suspect fruit in a damp atmosphere for 6 hours at a temperature of 43.5 °C.

The increasing number of cold stores and the tendency to preserve fruit so as to stagger sales in relation to demand, do, however, contribute to the destruction of eggs and larvae, when the fruit is subjected to a lethal degree of temperature while in storage.

III. Mechanical Methods

The only method used is that of wrapping fruit in paper bags. In the countries on the southern shores of the Mediterranean, this is regularly done to protect susceptible fruit reaching maturity after July 15, and on isolated trees or in private gardens. The cost involved limits its application to large-sized or luxury fruit sold singly at a high price. In recent years, cellophane has tended to replace paper, because of its transparency and its resistance to the elements.

This method nevertheless, has some disadvantages, even when it is economically feasible. The fruit must be isolated, as far as possible pedunculate, and well sheltered. In addition, although the bags are perforated, they constitute an enclosed space that encourages the development of most of the scale insects dangerous to fruit trees and citrus, probably by protecting them from predators or parasites and creating a special micro-climate. Such is the case in Algeria, of San José scale and *Parlatoria oleae* for pears, and white scale and red scale for citrus fruits.

Fruit attacked by infestations of such pests, usually accompanied by an abundant formation of fumagine, is lost to the grower and constitutes a serious centre of contamination for the plantation.

In such regions, wrapping fruit in paper bags is practicable only in the case of healthy plantations and for a period of not more than 7 to 8 weeks.

Finally, even under the best conditions, this practice is not absolutely foolproof, as the bags may split or burst ; moreover, the larger and denser the trees, the easier it is to overlook some of the fruit to be wrapped.

In Mediterranean countries where the practice is followed, it is always carried out in the same way. Pome and stone fruit are wrapped in paper bags after the June fall, and not later than two months before maturity. Citrus fruits are put in bags in September, before they change colour, and are so kept until picked.

IV. Procédés chimiotropiques

Ces procédés, qui ont été fortement en honneur à une époque, sont actuellement en partie délaissés au profit des moyens purement chimiques. Ils conservent cependant des partisans dans quelques pays méditerranéens, notamment en Afrique du Nord, aussi continuent-ils à faire l'objet de travaux de la part des chercheurs.

Ils utilisent des substances de fabrication aisée et de prix abordable, développant une attraction suffisamment puissante, constante et persistante, pour surclasser l'attirance exercée par les fruits à protéger, afin d'écarter les insectes de ces derniers et de les amener dans des pièges ou à consommer des matières toxiques, avant le commencement de la ponte.

La recherche de produits actifs est très ancienne ; toutefois, dans le bassin méditerranéen, elle semble avoir débuté en Italie dès 1922, où l'étude de l'attraction exercée à l'égard des insectes par de nombreuses substances classées en aromatiques, éthérées, balsamiques et nauséabondes, conduit à reconnaître la supériorité des dernières. Cette observation se confirme rapidement par la suite, au sujet de la cératite, notamment en ce qui concerne l'eau de macération de son.

Ce dernier attractif, d'abord obtenu par la macération de son et de mélasse, a fait rapidement place à une formule comprenant du son ou du remoulage et du borax ou de l'acide borique, ces derniers produits intervenant, aux dires de nombreux auteurs, pour freiner les fermentations qui prennent naissance dans le mélange.

Cette préparation utilisée comparativement avec d'autres attractifs, plus spécialement à base de jus de fruits, de vinaigre, de fruits secs ou d'huiles essentielles, se classe en première ligne, d'après les travaux d'auteurs italiens, espagnols et marocains.

La mixture sur laquelle l'unanimité des chercheurs paraît se faire est obtenue par filtration d'un mélange formé de 5,5 kg de remoulage et de 5,5 kg de borax (tétraborate de soude décahydraté : $Na_2B_4\,10\,H_2O$) dans 100 litres d'eau, laissé à macérer à 25 °C pendant quarante-huit heures. Il est cependant à noter que jusqu'en 1941, la formule utilisée au Portugal comportait 7,5 kg de son pour 100 litres d'eau.

Les eaux de macération de son sont réputées exercer une forte attraction à l'égard des adultes de cératite, quel que soit leur sexe et dès leur formation. Toutefois, les techniciens des divers pays recourant à son emploi sont unanimes à reconnaître leur manque de sélectivité et l'insuffisance de leur propriété attractive, ce dernier inconvénient n'étant que légèrement corrigé par l'emploi du borax ou du fluosilicate de soude.

Un deuxième groupe d'attractifs, se rapprochant du précédent, a pour base des protéines hydrolisées partiellement ou totalement. Dans les pays méditerranéens visités, ces substances n'ont cependant jamais été utilisées dans la pratique pour les traitements. Toutefois, leur expérimentation, entreprise en Algérie, où la formule mise en œuvre comportait 2,5 % de levure de bière et 10 % de sucre, a procuré des résultats très voisins de ceux obtenus avec l'eau de macération de son de la composition sus-indiquée.

Il est cependant à noter que les chercheurs d'Hawaï considèrent les protéines de levure de bière comme exerçant la meilleure attraction de toutes les substances utilisées. Il est vrai qu'ils recourent, de préférence, à des protéines de levure partiellement hydrolysées, en partie solubles ou des hydrolysats de ces levures entièrement solubles dans l'eau.

Une dernière catégorie d'attractifs est tirée de sels d'ammoniaque. L'action exercée à l'égard des insectes par ces derniers est connue depuis le début du siècle, mais ce n'est qu'à partir de 1930 qu'elle est utilisée en pratique pour la capture de la cératite, d'abord en Afrique du Sud, puis dans le Bassin méditerranéen. En Espagne et au Maroc, les propriétés attractives des fluorures d'ammoniaque sont mises en évidence dès 1931, mais c'est en Espagne, il y a une vingtaine d'années, que la supériorité des phosphates à l'égard des trypétidés a été mise en évidence et que les doses d'emploi ont été fixées.

Actuellement, dans le bassin méditerranéen, la recherche de nouvelles substances et leur expérimentation paraissent n'être poursuivies qu'en Algérie.

Dans ce pays, dès 1951, des essais, dont les résultats se sont confirmés chaque année depuis, montrent que le mélange de son et de phosphate d'ammoniaque (biammonique et triammonique) procure une attraction au moins égale à la somme de celles exercées par chacun des produits employés séparément.

Le protocole d'expérimentation est le suivant :

Dans une pêcheraie, au printemps, et dans une orangerie, à l'automne, 5 supports horizontaux sont installés à 1,60 m au-dessus du sol, chacun sur la face sud d'un arbre préalablement choisi en raison de son

IV. Chemical Attraction

Chemical attraction, much in vogue at one time, is at present somewhat neglected in favour of purely chemical methods. Nevertheless, it still has its champions in some Mediterranean countries, particularly in North Africa. Research workers consequently continue to give it their attention.

The products used are easy to make and comparatively cheap, capable of a sufficiently powerful, constant and persistent attraction to draw the insects away from the fruit to be protected into traps, or to induce them to eat toxic substances before egg-laying begins.

The search for active products has been going on for a very long time, but in the Mediterranean area it seems to have begun in Italy in 1922, where the study of the attraction exercised on insects by numerous substances — classified as aromatic, ethereal, balsamic and nauseant — led to the last being recognised as the most effective. This observation was quickly confirmed later in the case of *Ceratitis*, particularly as regards soaked bran water.

This attractant was originally obtained by soaking bran and molasses, but this formula was soon replaced by a mixture of bran or middlings and borax or boric acid, the latter products helping, in the opinion of many authors, to slow down the fermentation in the mixture.

According to the experiments of Italian, Spanish and Moroccan writers, this preparation took first place in comparative trials with other attractants based in particular on fruit juice, vinegar, dried fruit or essential oils.

The mixture on which all research workers seem to agree is obtained by filtering a mixture of 5.5 kgs of middlings and 5.5 kgs of borax (sodium tetraborate decahydrate : $Na_2B_410H_2O$) in 100 litres of water, left to soak at 25 °C for 48 hours. It should be noted, however, that up to 1941 the formula used in Portugal consisted of 7.5 kgs of bran to 100 litres of water.

Soaked bran water is reputed to exercise a strong attraction on the adult fly, whatever its sex, from the time it is full grown. At the same time, experts in various countries where this mixture is used are unanimous in recognising its lack of selectivity and its inadequate attractive power. The latter drawback is only slightly counteracted by the use of borax or sodium fluosilicate.

A second category of attractants, fairly similar to the foregoing, is based on proteins partly or entirely hydrolysed. However, these products have never been used for practical treatment in the Mediterranean countries visited. Trials in Algeria, where the formula adopted consisted of 2 1/2 % barm and 10 % sugar, produced results closely akin to those obtained with soaked bran water of the above composition.

It should be noted, however, that research workers in Hawaii consider barm proteins to exercise the greatest attraction of all the products used. It is true that they prefer barm proteins partly hydrolysed, partly soluble, or barm hydrolysates entirely soluble in water.

A final category of attractants is derived from ammonium salts. Their attraction for insects has been known since the beginning of the century, but only since 1930 have they actually been used to capture *Ceratitis*, first in South Africa and then in the Mediterranean area. In Spain and Morocco, the attractive properties of ammonium fluorides were demonstrated as early as 1931, but it was in Spain, some 20 years ago, that the superiority of ammonium phosphates against Trypetidae was revealed and that the correct doses were determined.

At the present time in the Mediterranean area, only Algeria seems to be carrying out research on new products and experiments with them.

In that country, trials from 1951 onwards — the results of which have been confirmed in every subsequent year — show that the mixture of bran and ammonium phosphate (di-and tri-ammonium) exerts an attraction at least equal to the sum of its components employed separately.

The method of experiment is as follows :

In a peach orchard in Spring and in an orange grove in Autumn 5 horizontal supports were fixed 1.60 metres above the ground, each on the south side of a tree, previously chosen for its location. On each

emplacement dans la plantation. Sur chaque support, sont installés autant de gobe-mouches que de substances à éprouver et la position de chaque appareil sur le support est choisie au hasard, afin d'éviter les erreurs dues à la répétition d'une position privilégiée.

Le comptage des captures est effectué tous les deux à trois jours, en tenant compte du sexe et, pour certains essais, de l'état d'évolution des ovaires des femelles.

Le tableau I ci-après rapporte les renseignements ainsi recueillis au cours des années 1953, 1954 et 1955. Ces renseignements y sont fournis en pourcentages de captures obtenus avec chaque substance, la totalité des captures enregistrées pour chaque expérience étant égale à 100.

TABLEAU I

ACTION ATTRACTIVE DE DIVERS PRODUITS A L'ÉGARD DE LA CÉRATITE

(Essais effectués en Algérie en 1953, 1954 et 1955 dans pêcheraies et orangeries)

Substances, formules ou spécialités	Dosage des éléments	Résultats obtenus évalués en pourcentages					
		DANS PÊCHERAIES *(juin à septembre)*			DANS ORANGERIES *(septembre à décembre)*		
		1953	1954	1955	1953	1954	1955
I. SELS D'AMMONIAQUE — FORMULES ET SPÉCIALITÉS A ÉMANATION D'AMMONIAQUE							
Phosphate monoammonique	3 %	—	1,76	1,49	1,96	0,91	0,23
Phosphate biammonique	3 %	9,58	11,63	7,57	8,76	3,89	7,80
Phosphate triammonique	3 %	6,58	11,71	7,80	13,53	6,41	1,61
Sulfate d'ammoniaque	3 %	0,9	2,75	2,41	2,46	5,03	0,00
Fluorure d'ammoniaque	3 %	8,38	8,86	7,68	8,73	3,43	2,29
Chlorure d'ammoniaque	3 %	—	—	—	0,6	—	—
Bromure d'ammoniaque	3 %	—	—	—	0,19	—	—
Carbonate d'ammoniaque	3 %	0,6	—	—	2,68	—	—
Nitrate d'ammoniaque	3 %	0,3	—	—	1,93	—	—
Clensen	3 %	—	6,59	9,86	—	11,67	13,99
Mélange { *urée* / *soude*	2 % / 3 %	11,08	—	—	—	—	—
II. EAU DE MACÉRATION DE SON							
Formule { *remoulage* / *borax*	5 % / 5 %	14,97	7,81	12,61	17,06	10,53	14,68
III. MÉLANGE SEL D'AMMONIAQUE ET EAU DE MACÉRATION DE SON							
Phosphate biammonique	3 %						
Son	5 %	47,60	18,52	21,44	—	24,71	16,74
Borax	5 %						
Phosphate triammonique	3 %						
Son	5 %	—	19,9	19,95	—	20,14	25,46
Borax	5 %						
IV. PROTÉINES							
Mélange { *levure de bière* / *sucre*	2,5 % / 10 %	—	10,7	9,17	—	13,27	17,20

support were attached as many fly-traps as there were products to test, and the position of each trap on the support was selected at random, so as to avoid errors arising from the repetition of a particularly favourable position.

The insects captured were counted every 2 or 3 days, the sex and, in certain trials, the stage of development of the females' ovaries being noted.

Table I below gives the data thus collected in 1953, 1954 and 1955. They are expressed in percentages of captures obtained with each product ; total captures for each trial = 100.

TABLE I

ATTRACTIVE POWER OF VARIOUS PRODUCTS FOR MEDITERRANEAN FRUIT FLY

(Trials carried out in Algerian peach orchards and orange groves in 1953, 1954 and 1955)

Substances, Compounds or Commercial Products	Proportion of substance to water	Results obtained as percentage					
		IN PEACH ORCHARDS (June to September)			IN ORANGE GROVES (September to December)		
		1953	1954	1955	1953	1954	1955
I. AMMONIUM SALTS — COMPOUNDS AND PRODUCTS LIBERATING AMMONIA							
Monoammonium phosphate	3 %	—	1.76	1.49	1.96	0,91	0.23
Diammonium phosphate	3 %	9.58	11.63	7.57	8.76	3.89	7.80
Triammonium phosphate	3 %	6.58	11.71	7.80	13.53	6.41	1.61
Ammonium sulphate	3 %	0.9	2.75	2.41	2.46	5.03	0.00
Ammonium fluoride	3 %	8.38	8.86	7.68	8.73	3.43	2.29
Ammonium chloride	3 %	—	—	—	0.6	—	—
Ammonium bromide	3 %	—	—	—	0.19	—	—
Ammonium carbonate	3 %	0.6	—	—	2.68	—	—
Ammonium nitrate	3 %	0.3	—	—	1.93	—	—
Clensen	3 %	—	6.59	9.86	—	11.67	13.99
Mixture { *urea* / *soda*	2 % / 3 %	11.08	—	—	—	—	—
II. SOAKED BRAN WATER							
Formula { *middlings* / *borax*	5 % / 5 %	14.97	7.81	12.61	17.06	10.53	14.68
III. MIXTURE OF AMMONIUM SALT AND SOAKED BRAN WATER							
Diammonium phosphate / *Bran* / *Borax*	3 % / 5 % / 5 %	47.60	18.52	21.44	—	24.71	16.74
Triammonium phosphate / *Bran* / *Borax*	3 % / 5 % / 5 %	—	19.9	19.95	—	20.14	25.46
IV. PROTEINS							
Mixture { *barm* / *sugar*	2.5 % / 10 %	—	10.7	9.17	—	13.27	17.20

Les résultats obtenus au cours de ces trois années, lesquels confirment ceux enregistrés en 1950 et 1951 permettent le classement des substances éprouvées de la façon suivante :

1. *Sels d'ammoniaque*

(à doses équivalentes)

Dans les pêcheraies
(en été)

Phosphate triammonique ≠ phosphate biammonique > fluorure > sulfate > phosphate monoammonique > carbonate > nitrate.

Dans ce groupe, il faut ajouter le mélange d'urée et de soude qui, expérimenté une seule fois (en 1953) s'est classé en tête de tous les produits qui agissent par dégagement d'ammoniaque, puis le Clensen, spécialité connue, brevetée en 1930, qui se classe au niveau du fluorure d'ammoniaque.

Dans les orangeries
(à l'automne)

Phosphate triammonique > phosphate biammonique > fluorure > sulfate > carbonate > nitrate > phosphate monoammonique > chlorure > bromure.

Dans cette série d'expériences, le Clensen se classe en tête ; quant au mélange urée-soude, il n'y figure malheureusement pas.

2. *Eau de macération de son*

Dans 5 sur 6 des essais rapportés, cette matière se place mieux que le meilleur des produits de la catégorie précédente.

3. *Protéines*

Dans les pêcheraies

Le mélange levure de bière-sucre se classe au niveau des phosphates d'ammoniaque les plus attractifs.

Dans les orangeries

Il se montre supérieur aux sels d'ammoniaque, au Clensen et à l'eau de macération de son.

4. *Mélange phosphate d'ammoniaque et eau de son*

Que ce soit en été, ou à l'automne, les mélanges d'eau de son et de phosphate bi- ou triammonique, développent une attraction comparable à l'égard de la cératite. L'action enregistrée est dans tous les essais nettement supérieure à tous les autres produits. Elle est égale ou supérieure à la somme de l'attraction développée par chacun des composants de chaque mélange. Lorsqu'une seule préparation figure dans un même essai, comme c'est le cas en 1953 (pêcheraie), les captures obtenues sont nettement supérieures à celles recueillies au total avec le phosphate biammonique et l'eau de macération de son employés séparément. Pour les autres essais qui comportent les 2 mélanges, on peut admettre qu'ils se sont partagés les captures qu'un d'entre eux aurait pu faire s'il avait été seul éprouvé. Aussi dans le cadre de cette supposition, est-il permis de considérer que l'un et l'autre de ces mélanges sont le siège d'une synergie.

En définitive, à l'heure actuelle, les préparations attractives préconisées dans les pays contaminés par la cératite pour la combattre sont les suivantes :

— les phosphates bi- et triammoniques, à la dose de 3 à 5 % ;
— l'eau de macération de son, de formule 5-5-100 ;
— les compositions à base de protéines (aux îles Hawaï) ;
— le mélange d'un phosphate bi- ou triammonique et de l'eau de macération de son (Algérie).

A notre avis, ces substances peuvent se classer comme suit, d'après leur action attractive :

Mélange phosphate + eau de macération de son > composition à base de protéines > eau de macération de son > phosphate bi- ou triammonique.

Toutefois, comme la constance et la persistance de ces diverses préparations, à l'exception des solutions de phosphates, n'ont pas encore été suffisamment vérifiées, ces dernières sont actuellement les plus couramment employées dans la pratique.

MODES D'EMPLOI

Dans la lutte, les solutions attractives sont utilisées comme moyens principaux ou accessoires.

En tant que moyens principaux, elles sont à la base des méthodes dites des « gobe-mouches » et des appâts toxiques, lesquelles, peu utilisées, font néanmoins l'objet d'expérimentation dans divers pays méditerranéens. Il est cependant à noter que la méthode des appâts toxiques, après avoir été délaissée ces dernières

The results obtained for the 3 years in question, and which confirm those of 1950 and 1951, make it possible to classify the products tested in the following order :

1. *Ammonium Salts*

(equivalent doses)

In peach orchards
(in Summer)

Triammonium phosphate = diammonium phosphate > fluoride > sulphate > monoammonium phosphate > carbonate > nitrate.

To this group should be added the urea-soda mixture which, tested only once (in 1953), came out ahead of all the products which act by liberating ammonia ; and Clensen, a well-known proprietary product patented in 1930, which ranked with ammonium fluoride.

In orange-groves
(in Autumn)

Triammonium phosphate > diammonium phosphate > fluoride > sulphate > carbonate > nitrate > monoammonium phosphate > chloride > bromide.

In this series of trials, Clensen came out first. The urea-soda mixture was unfortunately not included.

2. *Soaked Bran Water*

In 5 out of 6 trials reported, this product was ahead of the best product in the preceding category.

3. *Proteins*

In peach orchards

The barm-sugar mixture was equivalent to the most attractive ammonium phosphates.

In orange-groves

It proved superior to ammonium salts, Clensen and soaked bran water.

4. *Mixture of Ammonium Phosphate and Bran Water*

Whether in Summer or Autumn, mixtures of soaked bran water and di- or tri-ammonium phosphate have a comparable attraction for *Ceratitis*. In all trials the results are definitely superior to those of all other products, and its attraction is equal to or greater than the sum of each of the components in each mixture. When only one preparation was used in a trial, as was the case in 1953 (peach orchard), the resulting captures were definitely more numerous than the total obtained for di-ammonium phosphate and soaked bran water used separately. In the other trials with the two mixtures, it may be assumed that they shared the captures that either of them might have had, had it alone been used. On this assumption, it may be considered that in both of these mixtures a synergy exists.

To sum up, at the present time the attractants recommended by infested countries for *Ceratitis* control are as follows :

— di- and tri-ammonium phosphates, 3 to 5 % ;
— soaked bran water, formula 5-5-100 ;
— compounds based on proteins (Hawaiian Islands) ;
— mixture of di- or tri-ammonium phosphate and soaked bran water (Algeria).

In our opinion, the above products can be classified in the following order of attraction :

Mixture of phosphate and soaked bran water > compounds based on proteins > soaked bran water > di- or tri-ammonium phosphate.

However, as the constancy and persistence of these various preparations, with the exception of the phosphate solutions, have not yet been sufficiently tested, the latter are at present the most commonly used in practice.

METHODS OF USE

Attractant solutions are used in pest control as principal or accessory agents.

As principal agents, they are the basis of the " fly-trap " and toxic bait methods. These are not much used, but experiments are nevertheless being carried out with them in various Mediterranean countries

années, paraît reprendre une nouvelle faveur en raison de l'efficacité qu'elle procure et de son prix de revient relativement peu élevé. Quant à la méthode des gobe-mouches, elle est surtout employée comme avertisseur dans la plupart des pays méditerranéens.

a. Méthode des gobe-mouches

Elle consiste à capturer les mouches attirées par un attractif dans un récipient en verre, d'aspects divers, mais ayant la forme d'une bouteille à large goulot, fermée par un bouchon et dont le fond a été enfoncé afin d'aménager un col de quelques centimètres de diamètre s'ouvrant à l'intérieur du récipient à quelques centimètres au-dessus du fond.

A partir de 1928, date à laquelle ce procédé a été importé d'Afrique du Sud en Espagne, la dimension, la forme, la capacité, la composition, la coloration des gobe-mouches ont fait l'objet de nombreux essais dans tous les pays circumméditerranéens, notamment en Espagne, en Italie, en Maroc et en Algérie. Actuellement, les modèles généralement utilisés sont globuleux, en verre blanc, possédant une capacité, au-dessus de l'ouverture inférieure, de 250 à 350 cm^3.

Le seul pays où des essais de gobe-mouches ont pu être observés est l'Algérie. Ils ont pour but de rechercher l'action de la coloration du verre sur la mouche, afin de tenter d'augmenter l'action chimiotropique de l'attractif par l'action chromotropique du récipient.

Les essais poursuivis depuis 1952, chaque année, au printemps et en été, dans les plantations d'arbres fruitiers à noyaux et en automne dans les orangeries, suivant une méthode comparable à celle signalée à propos des essais comparatifs des substances attractives, a conduit à reconnaître la supériorité du verre blanc ordinaire et de classer les couleurs expérimentées dans l'ordre ci-après :

vert > jaune > noir > bleu > blanc > rouge.

Il est à noter toutefois, au sujet de ces essais, qu'il n'a pas été utilisé de gobe-mouches en verre teinté, mais simplement des pièges en verre ordinaire recouvert de peinture, ce qui a supprimé l'éclat du verre qui peut avoir une influence en l'occurrence.

La fixation du nombre des gobe-mouches à placer par arbre, et leur emplacement suivant les saisons et l'ensoleillement, ont également été à l'origine de nombreux travaux dans ces mêmes pays. Les résultats s'accordent pour recommander de placer au moins un de ces appareils, souvent deux, sur les arbres du pourtour des plantations, sur la face Est ou Sud de l'arbre, plus ou moins abrités par le feuillage suivant la saison, et ceci de préférence entre 1,20 m et 1,60 m de hauteur.

La méthode des gobe-mouches a été la seule pratiquement utilisée dans le Bassin méditerranéen, de 1930 à 1946, date de l'apparition des traitements chimiques à base d'insecticides de contact organo-synthétiques. Les résultats toujours incomplets auxquels elle aboutissait, notamment dans les régions à production échelonnée, étaient étroitement en rapport avec l'attraction exercée par le liquide placé dans les gobe-mouches. C'est d'ailleurs ce qui explique les nombreux travaux dont ces produits ont fait l'objet au cours de cette période. Malgré tous les perfectionnements qui lui ont été apportés, elle n'a jamais pu garantir une protection convenable des fruits sensibles dès après la deuxième génération de l'insecte, dans les pays au sud de la Méditerranée, même lorsqu'elle était mise en œuvre plusieurs semaines avant que les fruits aient atteint leur état de réceptivité. Par contre, en Espagne, elle est considérée de nature à pouvoir protéger 80 à 85 % des fruits en année de grande invasion.

Actuellement, elle conserve des adeptes surtout en raison de la commodité d'emploi et de la persistance des solutions de phosphate d'ammoniaque, dans quelques pays — plus particulièrement en Algérie, dans le cas d'orangeries bénéficiant d'un isolement sérieux. Dans ces conditions, la protection qu'elle procure en automne et en hiver donne satisfaction, mais on sait que les fruits de citrus possèdent une sensibilité relativement faible à la cératite et qu'en outre, du moins pour la majorité des variétés, ils constituent un milieu peu favorable à la multiplication de l'insecte pendant l'automne et l'hiver.

b. Méthode des appâts toxiques

Cette méthode très en faveur en Afrique du Sud, en Australie et tout récemment aux îles Hawaï, n'a jamais rencontré jusqu'à présent une grande audience dans les pays méditerranéens. Cette méthode n'a d'ailleurs pratiquement jamais débordé du stade expérimental, bien qu'elle y soit très largement préconisée pour combattre la mouche de l'olive, autre trypétidé carpophage, du moins jusque vers 1945 et ceci plus particulièrement en Espagne, en Italie et en Grèce. Malgré les progrès réalisés grâce à l'étude des attractifs, cette méthode continue à utiliser le sucre et la mélasse comme appâts. Toutes les autres substances expérimentées en substitutions, eau de macération de son notamment, n'ont abouti qu'à des déceptions. Il est probable que les insuccès enregistrés ont comme origine la siccité et la température de l'atmosphère pendant la période des traitements. Cette opinion a amené les services marocains à rechercher un corps d'ajoût susceptible de maintenir l'appât à l'état sirupeux. En 1950, ces travaux avaient conclu qu'il y aurait intérêt à utiliser la glycérine dans les mélanges à un taux au moins égal à 5%, afin de leur conserver les qualités physiques nécessaires à la persistance de l'attractivité, après leur épandage sur les plantes à protéger. Malheureusement, il n'a pas été possible de savoir si des essais d'ordre pratique avaient été entrepris, en vue de confirmer cette indication.

It should be noted, however, that the toxic bait method, after having been neglected in recent years, seems to be coming back into favour owing to its efficiency at relatively low cost. As for fly-traps, they are mainly used as indicators in most Mediterranean countries.

a. Fly-Trap Method

The method consists of capturing flies lured by an attractant into a glass container. These are of various kinds, but take the form of a wide-necked stoppered bottle, the bottom of which has been forced in, so as to form a collar a few centimetres in diameter, opening inside the container a few centimetres from the bottom.

Since 1928, when this method was introduced into Spain from South Africa, the size, form, capacity, composition and colour of fly-traps have been the subject of numerous experiments in all countries bordering the Mediterranean, in particular Spain, Italy, Morocco, and Algeria. At the present time, the models generally used are made of uncoloured glass and are globular in shape, the capacity above the lower opening being 250 to 350 ccs.

The only country where trials with fly-traps were seen by the writer is Algeria. The aim was to investigate the effect of different coloured glass on the fly, so as to try and increase the chemical attraction of the product by the insect's attraction to colour.

Trials carried out annually since 1952, in Spring and Summer in stone fruit plantations, and in Autumn in orange groves, following much the same method as that described for the comparative trials of attractants, have revealed the superiority of ordinary uncoloured glass, the colours tested being classified in the following order :

green > yellow > black > blue > white > red.

It should be noted, however, with regard to these trials, that the traps used were not made of tinted glass but simply ordinary glass coated with paint. This eliminated the glitter of the glass and may have affected the results.

Much work has also been done in these countries on the number of traps to be set on each tree, and their location according to the season and the direction of the sun. The results show that at least one, and often two traps should be set on trees bordering plantations, on the east or south side of the tree, more or less sheltered by the foliage according to the season, and preferably at a height of between 1.2 and 1.6 metres.

The fly-trap method was practically the only one employed in the Mediterranean area from 1930 to 1946, when chemical treatments based on synthetic organic contact insecticides began to be used. The results — which were always incomplete, especially in regions with staggered crops — were closely related to the degree of attraction exercised by the liquid in the traps. This, incidentally, accounts for the numerous experiments on these products over the period in question. Despite all subsequent improvements, the trap method has never been able to guarantee an acceptable degree of protection for susceptible fruit after the second generation of the insect in countries on the south of the Mediterranean, even when it was applied several weeks before the fruit had reached the receptive stage. On the other hand, in Spain, it is regarded as likely to protect 80 to 85 % of fruit in a year of heavy infestation.

The fly-trap method is still favoured in some countries today, because it is easy to use, and because of the persistence of the ammonium phosphate solutions. This applies more particularly in Algeria in orange groves which have the advantage of being well isolated. In these conditions, the protection it affords in Autumn and Winter is satisfactory, but it is known that citrus fruits are not particularly sensitive to *Ceratitis*, and in addition — at any rate for most varieties — they constitute an environment that is not very favourable to the multiplication of the insect in Autumn and Winter.

b. Toxic Bait Method

This method, much in vogue in South Africa, Australia and, quite recently, the Hawaiian Islands, has never hitherto been widely favoured in the Mediterranean area. It has in any case practically never gone beyond the experimental stage, although much advocated for controlling the olive fly, another fruit-eating trypetid, up to about 1945, and especially in Spain, Italy and Greece. Despite progress in the study of attractants, sugar and molasses are still used as bait. All the other products tested as substitutes - soaked bran water in particular — have proved disappointing. It is probable that failures were due to the dryness and the temperature of the atmosphere during the period of treatment. This view led the Moroccan services to try and find an additive that would maintain the bait in a syrupy condition. In 1950, these experiments revealed that it would be useful to include at least 5 % of glycerine in the mixtures, so as to conserve the physical qualities required for the persistence of the attraction after application to the plants to be protected. Unfortunately, it was not possible to learn whether practical trials had been undertaken to confirm this suggestion.

Les toxiques utilisés pour cette méthode ont été à l'origine les insecticides minéraux et plus particulièrement les fluosilicates, fluoaluminates et les sels arsénicaux. Ces derniers (utilisés malgré l'interdiction d'emploi prononcée sous leur forme soluble, par la législation de certains pays, dont la France et l'Algérie) ont le plus souvent cédé la place aux premiers, qui restent d'ailleurs encore préconisés concurremment avec l'émétique en Afrique du Sud et en Australie.

Dans le Bassin méditerranéen, d'autres insecticides d'ingestion ont fait l'objet d'expérimentation ; il s'agit plus spécialement du carbonate de cuivre en Israël et en Espagne, de la quassine et du tartrate de potassium et d'antimoine en Italie, mais les résultats obtenus furent nettement inférieurs à ceux procurés par les sels fluorés et arseniés.

Actuellement, la tendance est à l'emploi des substances organo-synthétiques, surtout celles du groupe des organophosphates, comme toxique dans les appâts. Les parathions auraient donné d'excellents résultats au Maroc, en association avec la mélasse. Il en est de même aux îles Hawaï. Dans ces dernières et en Espagne, le malathion a également été utilisé avec succès, procurant une efficacité supérieure à celle résultant de l'application du plus actif des traitements chimiques.

L'application des diverses formules utilise soit la pulvérisation grossière de la partie sud de la frondaison à raison de 200 à 33 cm^3, soit des gobelets auxquels l'appât est confié, soit encore des fagots de branchettes qui sont imprégnés des mélanges par trempage. Dans le premier et le dernier cas, les pulvérisations sont renouvelées tous les deux à dix jours, selon les essences fruitières à protéger et la saison, dans le second la mixture est renouvelée ou complétée périodiquement à des intervalles variables avec les expérimentateurs.

Cette méthode, comme il a été dit plus haut, n'a pas débordé du domaine expérimental dans les pays méditerranéens visités, sauf au Maroc où quelques planteurs l'ont adoptée. On lui reproche, le plus souvent, son manque d'efficacité, ce qui peut provenir de l'inadaptation des formules aux climats secs et chauds. D'autre part, le planteur ne peut contrôler en cours de traitement, les résultats obtenus, ni l'état de contamination de sa plantation. Ce sont là cependant des inconvénients mineurs.

De plus, dans le cas de pulvérisations, les dépôts, laissés sur les fruits, constituent des souillures qu'il est difficile d'enlever par simple lavage et même impossible lorsqu'il s'agit de fruits duveteux tels les pêches et les abricots. Enfin, la réussite des traitements pour atteindre le maximum de son ampleur, implique dans les régions à cultures fruitières échelonnées, la poursuite des applications, pendant au moins un mois après la récolte des fruits précédant celle dont la protection est envisagée.

Cependant les avantages de cette méthode méritent de retenir l'attention des spécialistes et des producteurs. En premier lieu, son prix de revient est aussi réduit que celui de la méthode des gobe-mouches et bien inférieur à celle utilisant uniquement les insecticides de contact et d'inhalation. Par ailleurs, dans les régions où le parasitisme de la mouche est élevé, ce qui pourrait être le cas dans les pays méditerranéens si la lutte biologique était un jour instaurée, elle constitue un faible élément de rupture de l'équilibre biologique. En outre, elle ne présente pas l'inconvénient de favoriser le développement d'un parasitisme exagéré des plantations par destruction de la faune auxiliaire.

V. Procédés chimiques

Dans les pays méditerranéens, la lutte chimique est de loin celle qui préoccupe le plus les spécialistes. Rendue possible par l'emploi des organo-synthétiques, elle date de l'apparition de ces derniers. Elle a donc été amorcée très récemment, depuis une dizaine d'années tout au plus. Si au début, elle a permis de donner à la lutte contre la cératite une impulsion nouvelle et de procurer aux planteurs une arme de grande efficacité, elle a rapidement plafonné sans procurer tous les espoirs qu'elle avait fait naître, ceci malgré la diversité sans cesse croissante de l'arsenal phytopharmaceutique. Pourtant, l'imagination des chercheurs ne peut être mise en cause, l'insecte a été attaqué à tous ses stades, dans les plantations, sur et dans le sol et dans les fruits. Pour résumer les travaux dont il a été possible de prendre connaissance ou d'examiner *de visu*, il paraît aisé de procéder successivement à l'examen de ceux concernant la lutte contre les ailés dans les plantations, la destruction du parasite sur et dans le sol et de terminer par l'expérimentation visant à le combattre dans les fruits qu'il parasite.

LUTTE CONTRE LES ADULTES DANS LES PLANTATIONS

L'expérimentation visant à la recherche d'une méthode de lutte permettant de combattre l'adulte dans les plantations, au moyen des procédés chimiques, débuta simultanément dès 1946 en Espagne, au Maroc et en Algérie, pour s'étendre très rapidement ensuite à Israël, à l'Italie, à la France, à la Tunisie et à la Libye. Dans ces pays, la plupart des produits organo-synthétiques furent essayés en pulvérisation et plus rarement en poudrages, suivant des méthodes similaires mais présentant cependant des différences qui peuvent expliquer, dans une certaine mesure, les variations des résultats obtenus.

a. Produits et dosages employés

Les substances et dosages rapportés au Tableau II ci-après (p. 30), sont ceux qui ont pu être connus en cours de mission ou relevés dans la bibliographie recueillie dans les pays visités. Cette liste n'a donc pas la prétention d'être complète.

The toxic substances employed for this method were originally inorganic insecticides, particularly fluosilicates, fluoaluminates and arsenical salts. The latter, used in soluble form, though this is forbidden by the legislation of certain countries — including France and Algeria — have mostly given way to the former, which are still advocated, concurrently with an emetic, in South Africa and Australia.

In the Mediterranean area, other ingestion insecticides have been experimented with, in particular copper carbonate in Israel and Spain and quassin and potassium and antimony tartrate in Italy ; but the results obtained were definitely poorer than those obtained with fluorine and arsenical salts.

At the present time, the tendency is to use synthetic organic products, especially those of the organic phosphate group, as the toxic substance in baits. Parathions are said to have given excellent results in Morocco, in association with molasses. The same is reported from the Hawaiian Islands. There, and in Spain, malathion has also been employed with success, yielding results superior to those of the most active chemical treatments.

The various products are applied by means of coarse spraying at 200 to 33 cc. on the south side of the foliage, or cups in which the bait is placed, or bundles of twigs impregnated with the mixtures by soaking. In the first and last examples, spraying is renewed every 2 to 10 days, according to the kind of fruit to be protected and the season. In the second example, the mixture is regularly renewed or supplemented at intervals varying with the research worker.

As was said earlier, this method has not gone beyond the experimental stage in the Mediterranean countries visited, except in Morocco, where some growers have adopted it. The most common objection is its lack of efficiency, which may be due to the fact that the formulae are not adapted to hot, dry climates. Furthermore, the grower cannot check the results during treatment, nor the degree of contamination of his plantation. These are, however, minor drawbacks.

In addition, in the case of spraying, the deposits left on the fruit constitute impurities which it is difficult to remove by mere washing, and even impossible in the case of certain downy fruit, such as peaches and apricots. Finally, if treatment is to be successfully developed to maximum efficiency, this implies that in regions of staggered crops applications will have to continue for at least one month after the picking of the crop preceding the one to be protected.

However, the advantages of this method deserve to be kept in mind by specialists and growers. In the first place, the cost is just as low as in the case of fly-traps, and much less than the method of contact and inhalation insecticides. In addition, in regions where the parasitism of the fly is considerable — which might be the case in the Mediterranean countries if biological control were one day established — it is unlikely to disturb biological equilibrium. Nor does it present the drawback of favouring the development of an exaggerated degree of contamination in the plantations by destroying useful fauna.

V. Chemical Methods

In Mediterranean countries, chemical control is the method which receives by far the most attention from the specialists. It was made possible by the use of synthetic organic products and dates from their introduction. It is therefore a very recent development, not more than some 10 years old. While at first it gave added impetus to *Ceratitis* control and provided growers with a highly efficient weapon, it soon levelled off without justifying all the hopes it had engendered, and this despite the constantly increasing diversity of the phyto-pharmaceutical arsenal. However, the imagination of the research workers cannot be called in question ; the insect was attacked at all its stages in the plantations, on and in the ground, and in the fruits. In summarising the experiments which we have been able to study or examine *de visu*, we shall consider in turn those dealing with control of the winged flies in the plantations, the destruction of the pest on and in the ground, and finally in the fruit attacked.

CONTROL OF ADULT FLIES IN PLANTATIONS

Experiments to find a way of controlling adult flies in plantations by chemical methods began simultaneously in 1946 in Spain, Morocco and Algeria and were very soon taken up in Israel, Italy, France, Tunisia and Libya. In these countries, most of the synthetic organic products were tested by spraying and, more rarely, by dusting, following similar methods, but at the same time with some differences which may, to a certain extent, explain the variations in the results obtained.

a. Products and Doses Employed

The products and doses shown in Table II below (p. 31) are those observed during the mission, or taken from the bibliography collected in the countries visited. The list consequently does not claim to be complete.

TABLEAU II : **PRINCIPAUX PRODUITS ET DOSAGES**

utilisés pour l'expérimentation des traitements chimiques dans les pays visités

	Substances	Dénomination chimique des produits	État physique des substances	Dosage en % de matière active	Pays expérimentateurs FRUITS A NOYAUX	Pays expérimentateurs CITRUS
I. INSECTICIDES ORGANO-CHLORÉS	**DDT**	*Dichlorodiphényl-trichloréthane*	P.M.	0,125	Espagne	
				0,150	Israël	Israël
				0,200	Portugal	Algérie
				0,250	TOUS sauf Es., It., Li.	TOUS sauf Es., Fr., Gr.
				0,500		Italie
				1,000		Algérie
			ÉMULSION	0,125	France	Algérie
				0,250	Algérie, Israël, France.	Algérie
				0,300	Italie	Italie
				0,450	Italie	Italie
			PATE	0,240	Italie	Italie
	Methoxychlor	*Dianisyltrichloréthane*	P.M.	0,100	Israël	
				0,150	Israël	
				0,250		Algérie
				0,500		Israël
				1,000		Israël
	Perthane	*Diéthyldiphényl dichloréthane*	P.M.	0,250		Algérie
	Aldrine	*Hexachlorohexahydro-diméthanonaphtaline*	P.M.	0,250		Algérie
	Dieldrine	*Hexachloroepoxyocta-hydrodiméthano-naphtaline*	E.	0,600		Algérie
			P.M.	0,125	France	
				0,250	France	
				0,150		Algérie
				0,250	France	Libye
	Chlordane	*Octachlorométhano-tétrahydroindane*	P.M.	0,075	Italie, Portugal, Israël	Italie
			E.	0,200		Algérie
	HCH	*Hexachlorocyclohexane*	P.M.	0,200		Algérie
	Lindane	*Isomère gamma de l'hexachlorocyclo-hexane*	P.M.	0,250	France	
				0,016	Espagne	
				0,024	Espagne	
				0,025	Portugal	Algérie, Maroc.
	Toxaphène	*Terpène polychlorocyclique*				Algérie
II. INSECTICIDES ORGANO-PHOSPHORÉS	**Éthyl-parathion**	*Diéthyl thiophosphate de paranitrophényl*	P.M.	0,015	Italie	Italie, Algérie, Maroc.
				0,030		Algérie
				0,060		Algérie
			E.	0,030	Algérie, France	Algérie
			POUDRE	1,000		Algérie
	Méthyl-parathion	*Diméthylthiophosphate paranitrophényl*	P.M.	0,030		Algérie
	Malathion	*Diméthylthiophosphate de diéthylmercaptosuccinate*	P.M.	0,125	Espagne	Algérie
	Chlortion	*Diméthylchloronitro-phénylthiophosphate*	E.	0,100		Algérie
III.	**Cryolithe**	*Fluoaluminate de soude*	P.M.	1,000		Israël, Algérie.
IV. MÉLANGES	**DDT + parathion**			0,250+0,015		Algérie
				0,250+0,020	Italie	Italie
				0,450+0,020	Italie	Italie
				1,000+0,060		Algérie
	DDT + chlordane			0,075+0,050		Libye

TABLE II : PRINCIPAL PRODUCTS AND DOSES

used in experiments on chemical control in the countries visited

	Substance	Chemical denomination	Physical state of substance	Dose % of active matter	Experimenting countries: STONE FRUIT	Experimenting countries: CITRUS
I. CHLORINATED ORGANIC INSECTICIDES	**DDT**	*Dichlorodiphenyl-trichlorethane*	W.P.	0.125	Spain	
				0.150	Israel	Israel
				0.200	Portugal	Algeria
				0.250	ALL except It., Li., Sp.	ALL except Fr., Gr., Sp.
				0.500		Italy
				1.000		Algeria
			EMULSION	0.125	France	Algeria
				0.250	Algeria, Israel, France.	Algeria
				0.300	Italy	Italy
				0.450	Italy	Italy
			PASTE	0.240	Italy	Italy
	Methoxychlor	*Dianisyltrichlorethane*	W.P.	0.100	Israel	
				0.150	Israel	
				0.250		Algeria
				0.500		Israel
				1.000		Israel
	Perthane	*Diethyldiphenyl dichlorethane*	W.P.	0.250		Algeria
	Aldrin	*Hexachlorohexahydro-dimethanonaphtaline*	W.P.	0.250		Algeria
	Dieldrin	*Hexachloroepoxyocta-hydrodimethano-naphtaline*	E.	0.600		Algeria
			W.P.	0.125	France	
				0.250	France	
				0.150		Algeria
				0.250	France	Libya
	Chlordane	*Octachloromethano-tetrahydroindane*	W.P.	0.075	Italy, Portugal, Israel.	Italy
			E.	0.200		Algeria
	B.H.C.	*Benzenehexachloride*	W.P.	0.200		Algeria
	Lindane	*Gamma isomer of benzenehexachloride*	W.P.	0.250	France	
				0.016	Spain	
				0.024	Spain	
				0.025	Portugal	Algeria, Morocco.
	Toxaphene	*Polychlorocyclic terpene*				Algeria
II. ORGANO-PHOSPHORUS INSECTICIDES	**Ethyl parathion**	*Diethyl paranitrophenyl-thiophosphate*	W.P.	0.015	Italy	Italy, Algeria, Morocco.
				0.030		Algeria
				0.060		Algeria
			E.	0.030	Algeria, France	Algeria
			DUST	1.000		Algeria
	Methyl parathion	*Dimethyl paranitrophenyl-thiophosphate*	W.P.	0.030		Algeria
	Malathion	*Diethylmercaptosuccinate dimethylthiophosphate*	W.P.	0.125	Spain	Algeria
	Chlortion	*Dimethylchloronitro-phenylthiophosphate*	E.	0.100		Algeria
III.	**Cryolithe**	*Sodium fluoaluminate*	W.P.	1.000		Israel, Algeria.
IV. MIXTURES	**DDT + Parathion**			0.250+0.015		Algeria
				0.250+0.020	Italy	Italy
				0.450+0.020	Italy	Italy
				1.000+0.060		Algeria
	DDT + Chlordane			0.075+0.050		Libya

D'autre part, dans tous les pays visités, où la protection des citrus constitue un problème important, le souci d'associer en un seul traitement les moyens de détruire les cochenilles et la mouche a conduit à l'expérimentation de divers insecticides organo-synthétiques, notamment le DDT, le méthoxychlor, et le parathion, avec les huiles de paraffine dite d'été, du type « medium » et « light medium ». C'est particulièrement le cas des pays d'Afrique du Nord, d'Israël, de l'Espagne et de l'Italie méridionale.

b. Modes d'application

Si les appareils utilisés pour l'application des suspensions sont d'un modèle comparable dans tous les pays, il n'en est pas de même des quantités de matières actives épandues par unité de surface ou par arbre.

En effet, partout où l'expérimentation est conduite systématiquement, les liquides sont pulvérisés avec des appareils puissants, développant, à la sortie du jet, une pression d'au moins 20 kg/cm². Pourtant, des différences ont été constatées dans la finesse des pulvérisations entre l'Algérie et les autres pays. En Algérie, les applications utilisent des pulvérisations grossières, alors que partout ailleurs les pulvérisations fines sont adoptées. La conception algérienne se base sur le fait que les dépôts laissés par les gouttelettes fines ont une persistance moins longue. Ceci est surtout marqué dans le cas des « fogging » dont la rémanence est très réduite. Il est également à noter ici que, le plus souvent, les appareils terrestres sont les seuls employés, toutefois, des essais utilisant les appareils aériens ont également été entrepris mais toujours avec un succès moindre.

Les quantités de substances utilisées, par arbre, sont très variables, notamment en ce qui concerne l'expérimentation dans les orangeries. Ainsi, en Italie, ces quantités varient, selon les expérimentateurs et les régions, de 8 à 15 litres d'émulsion ou de suspension insecticides ; elles sont de l'ordre de 20 à 25 litres en Israël et de 2 à 6 litres en Algérie. Dans les deux premiers pays, la totalité de la frondaison est pulvérisée à chaque traitement, dans le dernier, seul le premier poursuit un tel but, mais avec une insistance moindre, les suivants ont comme objectif de ne contaminer, par l'insecticide, qu'une partie de la face Est et Sud du feuillage. D'autre part, toujours en Algérie, les traitements intéressent également les abris, alors que cette précaution ne paraît être prise nulle part ailleurs.

Dans les plantations d'arbres fruitiers à noyau, une homogénéité plus grande est enregistrée : toutes les expériences s'astreignent à une pulvérisation complète des arbres.

PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION

Les protocoles utilisés pour l'expérimentation des produits chimiques dans les pays visités se séparent par quelques différences, même pour ceux retenus en 1954 et 1955 au cours des campagnes qui ont suivi l'établissement d'un programme-type par le Groupe de travail réuni par l'OEPP à Alger, du 28 au 30 janvier 1954. Ces différences apparaissent pour les protocoles relevés au cours de la mission et pour ceux déduits de la bibliographie recueillie et consultée.

LIBYE

L'expérimentation porte uniquement dans le champ sur les orangers des variétés Demmi, Washington Navel, Portugaise et Tarocco.

Les parcelles choisies pour chaque essai mesurent au minimum 1 hectare ; elles constituent en principe un carré ; celles soumises aux traitements comparatifs sont contiguës, séparées, dans tous les cas possibles, par des lignes d'abris ou un chemin d'exploitation. Lse parcelles-témoins non traitées sont ménagées en dehors du bloc soumis aux essais de traitement à une distance d'au moins 500 mètres, afin d'éviter les interactions possibles entre parcelles traitées et témoins.

Les applications débutent lorsque la contamination des fruits sur les arbres physiologiquement sains atteint 2 % de la totalité de la récolte. Elles sont répétées tous les quinze jours à trois semaines, jusqu'au moment où les fortes pluies d'automne entraînent une forte baisse de température. Elles sont générales, c'est-à-dire qu'elles intéressent tous les arbres de la parcelle et la totalité de leur frondaison, entraînant une consommation de bouillie de 8 à 15 litres par sujet, selon le développement des arbres.

L'estimation des résultats est faite en cours de campagne et à la récolte en prenant pour base le pourcentage de fruits piqués. Pendant la campagne, les comptages sont effectués périodiquement sur plusieurs centaines de fruits, portés par des arbres choisis au hasard et différents pour chaque contrôle.

A la récolte, les comptages sont faits minutieusement dans la mesure où les cueillettes opérées fortuitement par les exploitants le permettent.

Les résultats obtenus sur les parcelles traitées sont comparés à ceux de la parcelle-témoin, généralement unique pour une même série d'expériences.

Furthermore, in all the countries visited, where the protection of citrus fruit is an important problem, the desire to find a single combined treatment for destroying scale insects and fruit flies has led to experiments with various synthetic organic insecticides, in particular DDT, methoxychlor and parathion, associated with medium and light medium summer oils. This is particularly the case in the North African countries, Israel, Spain and southern Italy.

b. Methods of Application

While the apparatus used for distributing the suspensions is much the same in all countries, different quantities of active materials are spread per unit of area or per tree.

Wherever experiments are carried out systematically, the liquids are sprayed from powerful sprayers, developing a pressure of at least 20 kg/sq. cm. at the jet nozzle. The fineness of the spray differs, however, in Algeria and the other countries, Algeria preferring coarse spraying and everywhere else fine spraying. The Algerian system is based on the fact that the deposits left by fine droplets are less persistent. This is particularly true in the case of fogging, where remanence is very low. It should also be noted here that most frequently only ground-level spraying is used ; trials with airborne equipment have been made but always with less success.

The quantities of products used per tree vary considerably, in particular in trials in orange groves. In Italy, for instance, they vary, according to the research worker and the region, from 8 to 15 litres of insecticide emulsion or suspension, from 20 to 25 litres in Israel, and from 2 to 6 litres in Algeria. In the first two countries, the entire foliage is sprayed at each treatment ; in Algeria this is done at the first treatment, but less thoroughly, while subsequent treatments are given only to part of the east and south sides of the foliage. Furthermore — still in Algeria — the treatment also includes shelter belts, a precaution which does not appear to be taken anywhere else.

In stone fruit plantations there is greater uniformity and all experiments include complete spraying of the trees.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

The methods used in experimenting with chemical products in the countries visited differ from each other, even those adopted in 1954 and 1955 during the seasons following the preparation of a model programme by the Working Party convened by EPPO in Algiers, from January 28 to 30, 1954. These differences are apparent in the methods observed during the mission and in those deduced from the bibliography collected and consulted.

LIBYA

Field trials were carried out on oranges of the Demmi, Washington Navel, Portuguese and Tarocco varieties.

The plots selected for each trial measured at least one hectare, and were generally square. Those subjected to comparative treatments were adjacent, separated wherever possible by shelter belts or a path. Untreated check plots were prepared at least 500 metres away from the experimental block, so as to avoid all possible interaction between treated and check plots.

Treatment began when the infested fruit on physiologically sound trees amounted to 2 % of the total crop. It was repeated every 2 to 3 weeks, until the heavy autumn rains caused a sharp drop in temperature. Treatment was general, i.e. covering the entire foliage of all trees in the plot, entailing a consumption of 8 to 15 litres of dressing per tree, according to the stage of development.

Results were estimated during the season and at picking time, on the basis of the percentage of punctured fruit. During the season, counts were taken periodically on several hundred fruits on trees selected at random, and differing at each check.

At picking time, a careful count was taken in so far as the haphazard picking of the growers permitted.

The results obtained from the treated plots were compared with those of the check plot ; there was generally only one check plot for the same series of trials.

ISRAËL

De 1946 à 1950, les essais tentés ne portent que sur quelques arbres (fruits à noyaux et agrumes). Il s'agissait pendant cette période d'une mise en place de l'expérimentation. Après 1950, de nombreuses expériences sont entreprises. Les parcelles traitées comportent un nombre d'arbres relativement important et les parcelles-témoins sont, ou juxtaposées aux précédentes, ou éloignées. Les traitements uniques, ou au nombre de deux (exceptionnellement davantage) sont entrepris à des époques variables, sans qu'un critère de départ soit retenu, le plus souvent, alors que la contamination atteint déjà un degré important mais non évalué.

L'estimation est généralement faite en partant des captures enregistrées dans des pièges garnis de Clensen, sans que le nombre de ces appareils soit uniformément proportionnel au nombre d'arbres de chaque parcelle expérimentale ou témoin. Le pourcentage de fruits piqués à la récolte est également retenu comme test, notamment dans le cas de citrus tardifs (Valencia late) pour les traitements entrepris à la fin de la période d'évolution ralentie du parasite, mais ceci sans tenir compte des pourcentages de contamination existant avant l'application du programme.

ITALIE

Dans le cas de l'Italie, les renseignements consignés dans ce paragraphe sont tirés de publications relatives aux travaux expérimentaux entrepris en Calabre. Ils se rapportent à des essais conduits dans des pêcheraies, d'une part, et des orangeries, d'autre part.

Pêcheraies

(Variétés mûrissant en août-septembre).

Les parcelles d'essais et témoins, approximativement d'égales dimensions, sont contiguës et comportent, selon les essais, de 50 à 150 arbres.

Le signal des traitements est donné par les captures effectuées dans des gobe-mouches ou des bacs, amorcés avec une solution de phosphate biammonique à 5 %, renouvelée tous les 6 à 10 jours, suivant l'importance de l'évaporation. Le nombre de ces appareils est fixe par parcelle, quel que soit le nombre d'arbres qu'elle comporte.

Les traitements sont répétés à intervalles réguliers de 20 jours en principe jusqu'à quelques jours de la fin de la récolte, sans tenir compte des variations subies par l'importance des populations du parasite dans les plantations.

Les applications de produit portent sur la totalité de la frondaison, entraînant l'emploi de quantités variables avec l'ampleur des sujets.

Les résultats sont estimés par le pourcentage de fruits contaminés en cours d'expérience et à la récolte.

Orangeries

Le protocole est très comparable au précédent ; toutefois, le début des traitements n'est pas entièrement fonction de l'importance des captures de mouches dans les pièges, dont le nombre ici tend à être proportionnel au nombre d'arbres, mais également par le pourcentage du nombre de fruits piqués.

Les traitements sont répétés à 20 jours d'intervalle, jusqu'à l'époque où le refroidissement de l'atmosphère arrête les manifestations du parasite.

Les résultats sont évalués en pourcentage de fruits piqués, dont l'estimation est faite à différents moments de la campagne.

FRANCE

L'expérimentation conduite en France en vue de combattre la cératite ne vise qu'à la protection des fruits à noyaux, pêches notamment.

En Provence, les essais entrepris en 1951 dans les pêcheraies utilisent le protocole très voisin de celui indiqué pour la Libye.

Les parcelles expérimentales comportent une centaine d'arbres, pour chaque formule employée et les témoins sont compris dans les plantations choisies.

Les traitements sont entrepris à l'époque où les fruits commencent à tourner, moment considéré comme début de la sensibilité. Ils sont répétés une fois à intervalle de 12 à 15 jours et utilisent 2,5 à 3,5 l de bouillie par arbre, selon le développement de ce dernier.

L'estimation des résultats est faite à la récolte par comptage des fruits véreux.

ISRAËL

From 1946 to 1950, trials were carried out on only a few trees (stone and citrus fruit), since at that time the aim was to obtain preliminary data for experiment. After 1950, numerous trials were made. The plots treated contained a fairly large number of trees, and the control plots were either adjacent or some distance away. One or two treatments (more were an exception) were applied at varying times ; in most cases no pre-determined rules were applied as regards timing but treatment normally began when infestation was already considerable, though not specifically determined.

Results were generally estimated on the number of captures in traps baited with Clensen, but the number of traps was not uniformly proportional to the number of trees in each experimental or check plot. The percentage of punctured fruit at picking time was also used as a test, in particular in the case of late citrus (late Valencia), for treatment carried out at the end of the parasite's slower evolution period. This did not, however, allow for infestation existing before the application of the programme.

ITALY

As regards Italy, the information in this paragraph is taken from publications dealing with experiments in Calabria. The trials were made in peach orchards and orange-groves.

Peach Orchards

(Varieties ripening in August-September)

The test and check plots, of approximately the same size, were adjacent and contained from 50 to 150 trees according to the various trials.

The signal to begin treatment was given by the number of captures in fly-traps or tanks baited with a 5 % solution of diammonium phosphate, renewed every 6 to 10 days, depending on the degree of evaporation. The number of traps was the same for each plot, whatever the number of trees.

Treatment was repeated at regular intervals of 20 days, generally up to a few days before the end of the picking season, without any allowance being made for variations in the extent of infestation in the plantations.

The product was applied to the entire foliage, so that variable quantities were used according to the size of the trees.

The results were estimated by taking the percentage of punctured fruit during the trials and at picking time.

Orange-Groves

The method was very much the same as above, but the start of treatment did not depend entirely on the number of flies captured in traps — which in this case tended to be proportionate to the number of trees — but also on the percentage of punctured fruit.

Treatment was repeated at 20-day intervals, until the cooler atmosphere stopped the activity of the pest.

The results were expressed as a percentage of punctured fruit estimated at various stages of the season.

FRANCE

Experiments to control Mediterranean fruit fly in France are concerned exclusively with protecting stone fruit, in particular peaches.

In Provence, trials carried out in peach orchards in 1951 followed a method very similar to that described for Libya.

The experimental plots consisted of about a hundred trees for each formula applied, and check plots were included in the plantations selected.

Treatment began when the fruit started to colour, as this was thought to mark the beginning of susceptibility. It was repeated once, 12 to 15 days later, using 2 1/2 to 3 1/2 litres of dressing per tree, depending on its stage of development.

Results were estimated at picking time by counting wormy fruit.

Une autre série d'essais effectués dans les Pyrénées-Orientales, également sur pêchers, utilise la méthode des blocs. Dans chaque bloc, les parcelles expérimentales et témoins comportent 1 à 3 arbres.

Les traitements appliqués à la totalité de la frondaison débutent 20 jours avant la première cueillette et sont répétés 10 à 12 jours après.

Les résultats sont uniquement estimés par le pourcentage de fruits piqués et le coefficient d'efficacité évalué en partant de la formule d'Abbot.

ESPAGNE

Le protocole d'expérimentation est très comparable à celui indiqué pour la Libye ; toutefois, les parcelles sont d'importance variable et le témoin non traité est constitué le plus souvent par une plantation plus ou moins éloignée.

Les traitements sont entrepris environ 3 semaines avant l'époque probable de la maturité. Ils sont répétés à 2 ou 3 reprises, le plus souvent à un intervalle de 10 jours, le dernier intervenant fréquemment quelques jours seulement avant la première cueillette.

Les quantités de liquide utilisées sur la totalité de la frondaison sont variables avec le volume des sujets traités ; elles sont en moyenne de 6 à 8 litres par application pour un sujet adulte.

Les résultats sont contrôlés par les captures effectuées dans des gobe-mouches et par le pourcentage de fruits contaminés. Les gobe-mouches sont installés à raison de un tous les 5 arbres appartenant à des rangées parallèles et perpendiculaires, séparées par des distances variables, si bien que le nombre de ces appareils, dans chaque parcelle expérimentale, est loin d'être uniformément proportionnel au nombre de sujets.

ALGÉRIE

L'expérimentation y vise surtout la protection des plantations de citrus ; néanmoins, une partie des essais se rapporte à la destruction de la cératite dans les vergers d'arbres fruitiers à pépins et à noyau.

Les protocoles établis depuis 1946 sont régulièrement appliqués à chaque campagne, sans qu'il leur soit apporté des modifications autres que de détail.

Vergers

Une expérimentation préalable a fixé la période des principales espèces fruitières à protéger à partir de laquelle les fruits deviennent réceptifs.

En expérimentation, la mise en application des plans de travail s'effectue 10 à 15 jours avant cette date.

Les parcelles choisies pour chaque essai sont en principe de la dimension d'un carré limité ou non par des lignes d'abris. Quand le carré ne peut être adopté, les parcelles comportent au moins une cinquantaine d'arbres. D'autre part, dans chaque série d'expériences, les parcelles sont d'importance comparable. Les parcelles-témoins, de dimension équivalente aux parcelles expérimentales, étaient, au début, incluses dans la plantation expérimentale ; depuis 1953, elles sont de 2 sortes, les unes mêlées aux parcelles traitées, les autres séparées de ces dernières de plusieurs centaines de mètres.

Les traitements sont entrepris 10 jours avant la date supposée du début de la sensibilité des fruits à la mouche. Les répétitions sont ensuite fonction de l'importance de la contamination, laquelle est suivie à l'aide de gobe-mouches garnis de solution de phosphate d'ammoniaque à 3 %, disposés dans chaque parcelle, en nombre uniformément proportionnel au nombre d'arbres pour une même expérience. Le liquide, dans les pièges, est maintenu à niveau constant tous les 4 à 8 jours, selon la saison et renouvelé tous les 15 jours. Les captures sont décomptées tous les 2 à 3 jours, dès que le nombre relevé est supérieur à une moyenne de 1 insecte par 2 gobe-mouches, le traitement est renouvelé. En général, les répétitions s'effectuent à intervalle de 7 à 8 jours.

Les applications sont effectuées sur la totalité de la frondaison à raison de 6 à 8 litres de mixture insecticide pour chacune et par arbre adulte. Elles sont interrompues 8 jours avant la date supposée de la première cueillette, afin de tenir compte de la législation algérienne réglementant l'emploi des insecticides en agriculture.

Les résultats sont estimés au moyen de deux critères, à savoir :

1. par l'importance des captures de mouches dans les gobe-mouches pendant toute la durée de l'expérimentation et jusqu'à 15 jours après la dernière cueillette ;
2. par le pourcentage de fruits véreux obtenus à la récolte, compte tenu des fruits tombés en cours d'expérience.

Enfin, dans le cas où les parcelles d'essais sont entourées, ou comportent des abris, ces derniers sont traités jusqu'à une hauteur de 3 mètres au même rythme que les arbres fruitiers.

Another series of trials carried out in the Eastern Pyrenees, also on peach trees, used the method of blocks. In each block, experimental and check plots consisted of 1 to 3 trees.

Treatment applied to the entire foliage began 20 days before the first picking and was repeated 10 to 12 days later.

The results were estimated only on the percentage of punctured fruit, and the coefficient of efficiency was calculated on the basis of Abbot's formula.

SPAIN

The method of experiment was very much the same as that described for Libya, but the plots varied in size and the untreated check plot was usually a plantation some distance away.

Treatment began about 3 weeks before the probable time of maturity, and was repeated 2 or 3 times, usually at 10-day intervals, the last application frequently being given only a few days before the first picking.

The quantities of liquid used over the entire foliage varied with the size of the trees treated, and averaged 6 to 8 litres per application for a full-grown tree.

Results were checked by the number of captures in traps and by the percentage of infested fruit. Traps were set at the rate of 1 for every 5 trees in parallel and perpendicular rows, at varying distances apart, so that the number of traps in each experimental plot was far from being uniformly proportional to the number of trees.

ALGERIA

Experiments aim particularly at the protection of citrus fruit plantations, but some of them are concerned with the destruction of *Ceratitis* in pome and stone fruit orchards.

The methods which have been used since 1946 are regularly applied each season, with only a few changes of detail.

Orchards

Preliminary experiments determined the period when the main species of fruit to be protected become receptive.

In the trials work begins 10 to 15 days before that date.

The plots selected for each trial are generally square, sometimes bounded by shelter belts. When a square is impossible, the plots contain at least 50 trees. In addition, in each series of trials, the plots are of comparable size. Check plots of about the same size as the experimental ones were at first included in the experimental plantation, but since 1953 they have been of 2 kinds, some mingled with the treated plots and others several hundred metres away.

Treatment begins 10 days before the date when the fruit is supposed to become susceptible to the fly. Subsequent treatment depends on the degree of contamination, which is checked with the help of fly-traps baited with a 3 % solution of ammonium phosphate and set in each plot in numbers strictly proportional to the number of trees in each experiment. The liquid in the traps is brought up to constant level every 4 to 8 days, according to the season, and is renewed every 15 days. The flies caught are counted every 2 to 3 days. As soon as the number is found to be more than an average of 1 insect per 2 traps, treatment is renewed. In general, it is repeated at intervals of 7 to 8 days.

Insecticidal mixture is applied to the entire foliage, at the rate of 6 to 8 litres for each full-grown tree. Treatment stops 8 days before the date when picking is expected to begin, in accordance with Algerian legislation governing the use of insecticides in agriculture.

Results are estimated from the two following criteria :

1. the number of flies caught in the traps throughout the experimental period and up to 15 days after the last picking ;
2. the percentage of infested fruit obtained at picking time, allowing for fruit that has fallen during the experiment.

Finally, where test plots are surrounded by or include shelter belts, the latter are treated up to a height of 3 metres at the same rate as the fruit trees.

Orangeries

Dans l'ensemble, le protocole suivi est comparable au précédent. Il s'en distingue cependant par plusieurs points du fait que la protection des orangeries est plus commode que celle des arbres fruitiers et que la multiplication de l'insecte s'y fait beaucoup plus lentement (automne et hiver).

La disposition des parcelles d'essais et témoins est identique ; par contre, les traitements sont ordonnés différemment. Ceux-ci sont entrepris dès l'apparition du virage des fruits du vert au jaune, en principe pendant la première quinzaine de septembre, pour les variétés hâtives et de saison.

La répétition des applications est commandée par les prises effectuées dans les gobe-mouches, disposés et entretenus comme il a été dit précédemment, mais l'importance des captures servant de critère est fixée à une moyenne de 1 à 2 par appareil, selon l'isolement de la parcelle.

Les quantités de liquide insecticide épandues sur chaque arbre sont variables. Le premier traitement destiné à débarrasser la plantation des mouches vagabondes s'applique à la totalité de la frondaison, et utilise 6 à 7 litres de mixture par sujet adulte. Les traitements qui suivent, dirigés uniquement sur la face sud des arbres, n'emploient que 2 à 3 litres de liquide.

Enfin, comme pour les vergers, les abris existant autour ou à l'intérieur des parcelles d'essais subissent à chaque traitement une application de l'insecticide éprouvé jusqu'à une hauteur de 3 mètres.

Ces protocoles sont utilisés pour l'essai de formules retenues à la suite d'une expérimentation destinée à éliminer les substances d'action insuffisante ou de phytotoxicité élevée. Cette dernière, renouvelée tous les 2 à 3 ans seulement, et chaque fois que l'enrichissement de la phytopharmacopée le rend nécessaire, utilise la méthode des blocs avec 5 répétitions.

A l'exception de cette particularité, dans l'aménagement des parcelles, la procédure adoptée pour ce genre d'essais est identique à celles indiquées précédemment.

Pour terminer avec l'Algérie, il convient de noter que des expérimentations dans les orangeries complantées en variété tardive sont prévues. Le protocole envisagé est comparable à celui indiqué précédemment pour les orangeries précoces et de saison ; toutefois, le test devant servir à la fixation du début des traitements n'est pas encore défini.

RÉSULTATS

Il est difficile, en raison des différences constatées dans la conduite des expériences, de comparer les résultats qu'elles ont procurés. Cependant, un certain nombre de faits peuvent être dégagés par suite de leur constance dans tous les pays visités.

En premier lieu, il est à remarquer que, dans tous les pays situés au sud de la mer Méditerranée, les expérimentateurs sont unanimes à reconnaître l'inefficacité de certains traitements chimiques dans le cas des arbres fruitiers à pépins et surtout à noyau. Dans les presqu'îles italienne et ibérique, ainsi qu'en Grèce, cette protection est cependant obtenue par 2 ou 3 traitements, plus spécialement dans le cas de plantations isolées et au cours de campagne à température normale. Lorsque l'été est chaud et précoce, comme ce fut le cas en 1955, les résultats sont toutefois moins bons, accusant des pourcentages de fruits véreux importants, réduisant considérablement la sécurité et la rentabilité des opérations. Les pays nord-méditerranéens, notamment la France méridionale, bénéficiant d'une climatologie hivernale plus tempérée, obtiennent des résultats plus complets, souvent avec un seul traitement, deux au cours des années les plus chaudes.

Ces renseignements montrent que le nombre de générations, l'étalement de chacune d'elles, influencent sensiblement l'efficacité des traitements chimiques, corrélativement avec l'échelonnement de la maturité et de la sensibilité des fruits des variétés fruitières cultivées dans une région. De plus, les plantations d'agrumes, outre qu'elles impliquent un climat tempéré chaud, constituent un élément favorable à la pullulation de l'insecte pendant l'automne, l'hiver et le printemps, empêchant la rupture de son cycle, qui est grandement profitable à la protection des vergers, partout où elle existe.

Parmi les produits expérimentés, la faveur de tous les pays va au DDT. Ce produit, malgré une action léthale lente, donne partout les plus grandes satisfactions. Son action s'explique par sa rémanence élevée et pour certains expérimentateurs, par une action répulsive qu'il exercerait à l'égard de la mouche. Toutefois, cette propriété, qui pourrait être un désavantage dans le cas de traitements partiels des arbres, n'a fait nulle part l'objet de travaux de recherches systématiques.

D'autres substances ont également montré une efficacité élevée partout où elles ont été expérimentées. Il s'agit en particulier du méthoxychlor, du dieldrine et du parathion.

Orange-Groves

In general, the methods adopted are comparable to the foregoing, but differ at several points, since it is easier to protect orange-groves than fruit trees, and the insect multiplies much more slowly there (Autumn and Winter).

The test and check plots are arranged in the same way. On the other hand, the treatment is different, beginning as soon as the fruit starts to turn from green to yellow, usually in the first fortnight of September in the case of early and seasonal varieties.

Subsequent applications depend on how many flies have been caught in the traps, which are set and maintained as described above, but the number of flies caught taken as a criterion is an average of 1 to 2 per trap, depending on the degree of isolation of the plot.

The quantities of liquid insecticide sprayed onto each tree vary. The first treatment, intended to clear the plantation of stray flies, is applied to the entire foliage, 6 to 7 litres of mixture being used per full-grown tree. Subsequent treatments, applied only to the southern side of the trees, use only 2 to 3 litres of liquid.

Finally, as in the case of orchards, shelter belts surrounding or inside test plots are sprayed with the insecticide at each treatment, up to a height of 3 metres.

These methods are used to test insecticides that have been adopted after experiments to eliminate those which are not sufficiently effective or are highly toxic to plants. Such experiments are repeated only every 2 to 3 years and whenever the increase in the range of plant protection products renders it necessary; the method of blocks is used with 5 replicates.

Apart from this special arrangement of the plots, the procedure adopted for this class of test is exactly the same as that described above.

Before leaving Algeria, it should be noted that experiments in orange-groves planted with later varieties are planned. The method envisaged is much the same as that described above for early and seasonal oranges, but the test for determining the start of treatment has not yet been defined.

RESULTS

In view of the differences in experimental methods it is not easy to compare results. However, a number of facts are constant for all countries visited.

In the first place, it should be noted that in all south Mediterranean countries, research workers are unanimously agreed that certain chemical treatments are ineffective in the case of pome, and especially stone, fruit trees. In the Italian and Iberian peninsulas, as well as in Greece, protection is however obtained with 2 or 3 treatments, particularly in isolated plantations and in a season with normal weather. When the Summer is hot and early, as was the case in 1955, the results are less satisfactory ; the percentage of infested fruit is considerable and the safety and profitability of the operations are greatly reduced. The northern Mediterranean countries, especially southern France, with a more temperate Winter climate, get better results, frequently with a single treatment, or two in the hottest years.

The above data show that the number and spread of the generations considerably affect the efficacy of chemical treatments, as do the different periods of maturity and the susceptibility of the varieties grown in any one region. Furthermore, plantations of citrus fruit, apart from implying a warm temperate climate, are favourable to infestation by the insect in Autumn, Winter and Spring and prevent the rupture of its life cycle, which is of immense benefit in orchard protection, wherever this exists.

Of the products tested, all countries give preference to DDT, which, despite its slow lethal action, gives the utmost satisfaction everywhere. Its efficiency is due to a long residual effect and, in the opinion of some research workers, to a repellent effect on the fly. However, this property — which might be a drawback in cases of partial treatment of trees — has nowhere been the subject of systematic research.

Other products have also proved highly effective wherever they have been tested, in particular methoxychlor, dieldrin and parathion.

Le premier est à la base des traitements pratiqués contre la mouche en Israël, en raison d'une moindre toxicité que le DDT. Dans les essais comparatifs avec ce dernier, il se montre cependant d'une efficacité inférieure, bien que voisine. Du fait de cette infériorité, sa substitution par le DDT est envisagée dans ce dernier pays.

Le dieldrine, essayé assez récemment, a suscité d'importants espoirs du fait de sa rémanence, dont la durée apparaît plus importante que celle du DDT en laboratoire. Toutefois, dans de nombreux essais, son efficacité à l'égard de la Mouche se montre tout au plus équivalente à celle de ce dernier produit, ainsi qu'il résulte des expérimentations conduites en Algérie et en Libye, dans les plantations d'agrumes.

Les parathions éthylés et méthylés, insecticides d'action rapide, sont d'une efficacité élevée, comparable à celle du DDT, sous réserve cependant que leurs applications interviennent à intervalles plus courts, par suite de leur fugacité. De plus, ils sont d'une toxicité élevée et possèdent la propriété de pénétrer assez profondément dans les tissus végétaux.

Outre ces produits, qui sont actuellement les plus employés et retenus par la plupart des expérimentateurs des pays visités, il convient encore de citer le perthane, isostère du DDT qui, dans les essais entrepris en Algérie en 1954 et 1955, s'est classé au même rang que le DDT et le dieldrine.

Quant au HCH et à son isomère gamma, l'action contre la Mouche apparaît comparativement inférieure ; en outre, les risques d'altération des propriétés organoleptiques des fruits traités ne sont pas exclus, bien au contraire, notamment en ce qui concerne le premier.

Du point de vue efficacité, le chlordane, bien qu'il n'ait fait l'objet que de rares expériences, se montre nettement inférieur. En Israël, il a été constaté à son sujet une rapide diminution d'action, suivie d'une augmentation, quelques jours après. En Algérie, il a été abandonné dès les premiers essais qui remontent à une dizaine d'années.

Il en a été de même du toxaphène, dans ce dernier pays, qui paraît avoir été le seul à l'expérimenter contre la cératite.

Les substances organo-phosphorées, telles le malathion, le chlortion et le diazinon, lancées récemment, méritent d'être encore expérimentées avant qu'il soit permis de se prononcer sur leur action. Toutefois, dans les premiers essais réalisés, elles se placent, du point de vue efficacité absolue, après les parathions, mais leur rémanence paraît être inférieure à celle des organo-chlorés.

En raison des différences de la rapidité d'action et de la rémanence des insecticides utilisés, il est apparu à plusieurs expérimentateurs utile de procéder à l'essai de mélanges composés de substances d'action lente et durable avec d'autres d'action rapide et fugace. Cette conception a conduit, en particulier, à l'emploi simultané de DDT et de parathions. L'expérience de ces mélanges comprenant les éléments à doses variables, menée plus spécialement en Italie, en France et en Algérie, a donné des résultats comparables ou inférieurs à ceux procurés par le DDT utilisé seul à la même dose.

L'état physique des produits expérimentés influence également leur efficacité et ceci, quelquefois, dans une très large mesure.

Les poudrages sont toujours d'une action réduite et d'une persistance très nettement inférieure.

Les poudres mouillables employées en pulvérisation donnent les meilleurs résultats et se montrent nettement supérieures aux émulsions ou aux mélanges de poudres mouillables et huiles de paraffine d'action polyvalente (coccicide et ceratiticide). Les premières ont une action plus constante, plus régulière et plus durable que les secondes.

De même, le pourcentage de pureté des spécialités mises en œuvre est également à considérer. Ceci est surtout remarquable dans le cas du DDT. Les poudres mouillables titrant 50 % de matière active se montrent uniformément les plus efficaces dans tous les pays. Les résultats obtenus sont d'autant plus faibles que la teneur diminue, les poudres titrant 20 ou 10 % ont une action très insuffisante. Il en est de même pour les spécialités de pureté plus élevée, telles celles titrant 80 et 90 % de produit technique expérimentées les premières en Italie, les secondes en Algérie.

Par contre, certains mouillants amènent une amélioration de l'efficacité (Italie).

Enfin, les dosages optima, peuvent être dégagés de l'expérimentation actuelle. Pour les principaux produits, ils s'établissent comme suit, en produit technique : DDT : 0,20 à 0,25 % ; Méthoxychlor : 0,25 % ; Perthane : 0,25 % ; Dieldrine : 0,25 % ; Chlordane : 0,075 % ; HCH : 0,25 % ; Lindane : 0,025 % ; Ethyl parathion : 0,02 à 0,025 % ; Methyl parathion : 0,025 à 0,03 % ; Malathion : 0,125 % ; Chlortion : 0,10 à 0,15 %.

Des essais entrepris avec des mixtures à puretés élevées, en vue de diminuer le nombre de traitements, ont montré que la durée d'efficacité n'était pas proportionnelle aux doses employées, et que l'accroissement de la pureté des préparations conduisait à une diminution de la rentabilité des traitements.

Methoxychlor is the basis of fruit fly control in Israel, because it is less toxic than DDT. However, in comparative trials with the latter, it proves less effective, although the difference is slight. Because of this inferiority, Israel proposes to replace it by DDT.

Dieldrin, recently tried out, had raised great hopes by reason of its residual effect, which seems greater than that of DDT in the laboratory. However, in many trials its efficiency against the fly is at most equivalent to that of DDT, as shown in trials carried out in citrus plantations in Algeria and Libya.

Ethyl and methyl parathions — quick-acting insecticides — are highly effective and are comparable to DDT, provided they are applied at shorter intervals, as their effect does not last. They are also highly toxic and penetrate rather deeply into the plant tissues.

In addition to the above products, which are those most commonly used at present by most experimenters in the countries visited, we should mention perthane, an isotere of DDT, which in trials in Algeria in 1954 and 1955 came out level with DDT and dieldrin.

BHC and its gamma isomer appear to be comparatively less effective against the fly. In addition, there is a definite risk of tainting the fruit treated — particularly with BHC.

From the point of view of efficiency, chlordane proves to be definitely inferior, although only a few trials have been made. In Israel its action was found to diminish rapidly, followed by an increase some days later. In Algeria, it was abandoned after the first tests, which took place some ten years ago.

The same result was found with toxaphene in Algeria, which seems to have been the only country to test it against *Ceratitis*.

The organo-phosphorus products recently introduced, e.g. malathion, chlortion and diazinon, require further testing before any opinion can be expressed on their action. From the point of view of absolute efficiency, the first trials place them after the parathions, but their residual effect seems to be inferior to that of chlorinated organic products.

Since the insecticides used differ in rapidity of action and residual effect, several research workers have judged it advisable to try out mixtures associating products of slow and lasting effect with others whose action is rapid and short-lived. This has led in particular to the simultaneous use of DDT and parathions. Trials with such mixtures, at varying strengths of the components, have been carried out mainly in Italy, France and Algeria and have shown results comparable with, or inferior to, those obtained with DDT used alone at the same strength.

The physical condition of the products tested also affects their efficacy, sometimes to a very considerable extent.

Dusting invariably has a limited action and its persistence is definitely inferior.

Wettable powders used as sprays give the best results and prove definitely superior to the multipurpose emulsions or mixtures of wettable powders and paraffin oils (destroying both scales and *Ceratitis*). The former have a more constant, regular and lasting action than the latter.

Similarly, the degree of purity of the products used should also be considered, particularly in the case of DDT. Wettable powders containing 50 % of active material prove uniformly most effective in all countries. The results become poorer as the content is reduced, 20 % or 10 % powders having a very inadequate effect. The same holds for products of higher purity, such as those containing 80 % and 90 % of technical products, which were tested in Italy and Algeria respectively.

On the other hand, some wetters improve efficiency (Italy).

Lastly, the optimum doses can be determined from current experiments. For the main products they are as follows, expressed as a percentage of technical product : DDT : 0.20 to 0.25 % ; Methoxychlor : 0.25 % ; Perthane : 0.25 % ; Dieldrin : 0.25 % ; Chlordane : 0.075 % ; BHC : 0.25 % ; Lindane : 0.025 % ; Ethyl parathion : 0.02 to 0.025 % ; Methyl parathion : 0.025 to 0.03 % ; Malathion : 0.125 % ; Chlortion : 0.10 to 0.15 %.

Trials carried out with high purity mixtures with a view to reducing the number of applications have shown that the duration of efficacy was not proportional to the doses used, and that an increase in the purity of the preparations made the treatments less profitable economically.

LUTTE CONTRE LE PARASITE DANS LE SOL

Les essais poursuivis, dans les pays méditerranéens visités, dans le but de combattre le parasite par le traitement du sol, ont eu pour objet la destruction de la mouche à l'un de ses stades souterrains (larve, pupe ou jeune adulte), ou celle des adultes déjà éclos.

L'initiative de ce mode de lutte paraît devoir être attribuée à la Tunisie. Dans ce pays, dès 1950, une expérience montre qu'il est possible d'obtenir la mort des jeunes adultes au cours de leur cheminement dans le sol, pendant leur premier âge, au moyen d'applications de HCH, à la dose hectare de 20 à 25 kg de matière active, évaluée en isomères totaux.

Des essais comparables sont ensuite entrepris en France et en Italie. Dans le premier de ces pays, les produits utilisés sont l'aldrine et le dieldrine. Le protocole d'expérimentation mis en œuvre est le suivant :

Six pêches contaminées par des larves de mouche au 3e stade sont placées, après avoir été ouvertes, sur des parcelles de sol d'un verger dont 2 sont préalablement traitées avec de l'aldrine ou le dieldrine, à la dose hectare de 2 kg de matière active et 2 réservées comme témoin non traité. Les parcelles sont ensuite couvertes par une cage dans laquelle sont recueillies les mouches écloses pour être décomptées. Cette série d'essais montre que les traitements amènent une réduction de l'apparition des mouches d'environ 70 %, quel que soit le produit employé. L'auteur constate les résultats sans préciser le stade souterrain affecté par les insecticides.

Toujours en France, des essais comparables ont été repris en 1952, dans le champ et en laboratoire, utilisant le chlordane, le HCH, l'aldrine, le dieldrine et la parathion, aux doses respectives hectare de 7,5 kg, 20 kg, 2 kg, et 2 kg (en laboratoire, ces doses ont été doublées dans une série). Les produits sont mélangés au sol par un binage léger. Les mouches écloses sont décomptées dans le champ et cette opération est complétée en laboratoire par l'observation des adultes morts dès leur éclosion. L'auteur enregistre une résistance élevée des larves, des pupes et des jeunes adultes, résistance qu'il explique par la brièveté de contact entre les insectes et la couche de terre traitée, ceci d'autant plus qu'en laboratoire, il constate, pour la majorité des produits expérimentés, une action répulsive sur les larves qui amène celles-ci à remonter en surface du sol pour s'y nymphoser. En conclusion de ces essais, le traitement du sol par les insecticides aux doses susindiquées, suivi d'un léger binage n'entraînerait qu'une destruction du parasite insuffisamment élevée pour que la méthode puisse être utilisée dans la pratique.

Le traitement du sol, en vue de déterminer l'action sur les mouches adultes déjà écloses est également expérimenté en France.

Dans l'essai, des mouches adultes sont placées en cage sans fond au-dessus de sols traités avec de l'aldrine ou du dieldrine à la dose de 2 kg de matière active à l'hectare ; 48 heures après tous les parasites adultes sont tués et le sol conserve son action toxique pendant 25 jours.

Les résultats obtenus dans ce domaine par l'expérimentation paraissent donc assez contradictoires. Il est possible que l'application de produits sur le sol procure une efficacité variable, selon que l'insecticide est laissé en surface ou mélangé avec la couche superficielle de la terre, mais cette hypothèse mérite d'être vérifiée. Il paraît nécessaire de l'entreprendre, car la mise en pratique d'un tel procédé serait susceptible de constituer un moyen de lutte intéressant pour combattre les parasites qui se multiplient dans les plantations.

A priori, elle ne semble devoir être d'aucun secours pour combattre les contaminations venant de l'extérieur et cette réserve conduit à penser que son efficacité élevée ne peut être espérée que dans le cas de sa généralisation à des périmètres étendus.

D'autre part, la méthode paraît être particulièrement onéreuse, en raison des quantités de substances insecticides qu'elle emploie.

DESTRUCTION DES ŒUFS ET DES LARVES DANS LES FRUITS RÉCOLTÉS

Cette destruction, si elle n'apporte aucune aide au producteur, peut contribuer, dans une très large mesure, à résoudre des problèmes posés par les échanges de fruits depuis les pays contaminés par la mouche à ceux dont le climat permet l'évolution de la mouche pendant une période de l'année et qui désirent se protéger du parasite. Il est évident que la possibilité de garantir l'assainissement des fruits constituerait, pour ces derniers, une sécurité qui les amènerait à réduire ou supprimer les restrictions qu'ils imposent légitimement à ces échanges.

Dans ce sens, le seul pays méditerranéen visité qui se soit livré à des essais est Israël. Comme il s'est inspiré à cette occasion des travaux effectués aux États-Unis et plus particulièrement aux îles Hawaï, il convient avant de donner les résultats auxquels il est parvenu, d'en rappeler les bases.

L'étude de l'action des fumigants volatils sur les divers stades de la mouche a débuté en laboratoire, suivant la méthode suivante : Des œufs âgés de 23 à 26 heures et des larves du 3e âge placés, les premiers sur

CONTROL OF THE PEST IN THE GROUND

The trials carried out, in the Mediterranean countries visited, to control the pest by treating the soil, aim at destroying the fly at one of its underground stages (larva, pupa or young adult), or at attacking the adult flies already hatched.

Tunisia seems to have been the first country to introduce this form of control. Experiments carried out there as early as 1950 showed that it was possible to kill very young adults while they were burrowing through the soil, by applying BHC at a dose of 20 to 25 kgs. of active material per hectare, assessed in total isomers.

Comparable trials were then undertaken in France and Italy. In France, the products used were aldrin and dieldrin, and the method was as follows :

Six peaches infested with 3rd stage larvae were opened and placed on plots of ground in an orchard, two plots having been previously treated with aldrin or dieldrin, at the rate of 2 kgs. of active material per hectare and another two being kept as untreated controls. The plots were then covered by a cage in which the hatched flies were collected for counting. This series of trials showed that treatment reduces the number of flies hatched by about 70 %, whatever the product used. The author reports these results without stating the underground stage affected by the insecticides.

In France, too, comparable trials were resumed in 1952, in the field and in the laboratory, using chlordane, BHC, aldrin, dieldrin and parathion at the rate of 7.5 kgs., 20 kgs., 2 kgs. and 2 kgs respectively per hectare (in the laboratory, these doses were doubled in one series). The products were mixed into the ground by light hoeing. The hatched flies were counted in the field, and the adults which died on hatching were examined in the laboratory. The author notes a high degree of resistance on the part of the larvae, pupae and young adults, which he explains by the fact that the insects are not very long in contact with the layer of earth treated ; the more so as he observes in the laboratory that most of the products tested have a repellent effect on the larvae, which induces them to climb up to the surface in order to pupate. The conclusion of these trials was that treating the soil with insecticides in the above-mentioned doses, followed by light hoeing, would not be sufficiently effective for the method to be adopted in practice.

Soil treatment to determine the effect on adult flies already hatched has also been experimented with in France.

In this test, adult flies were placed in a bottomless cage over soil treated with aldrin or dieldrin, at the rate of 2 kgs. active material per hectare. 48 hours later, all the adult flies were killed, and the soil conserved its toxic action for 25 days.

The results of such experiments would therefore seem to be rather contradictory. It is possible that the application of products on the ground is of varying efficacy according as to whether the insecticide is left on the surface or mixed into the surface layer of soil, but this assumption requires to be verified. It would seem advisable to do so, for the introduction of such a method might prove an interesting means of controlling multiplication within the plantations.

A priori, it does not seem likely to be of any help in controlling attack from outside ; which suggests that a high degree of efficacy can be looked for only in the event of its application to extensive areas.

Moreover, the method seems to be particularly costly owing to the quantities of insecticide used.

DESTRUCTION OF EGGS AND LARVAE IN PICKED FRUIT

Such destruction, while of no help to the grower, may to a large extent help to solve the problem of trade in fruit between fly-infested countries and others with a climate favourable to the development of the fly during part of the year and which seek protection from the pest. It is obvious that the possibility of guaranteeing such disinfestation of the fruit would constitute a safeguard for the latter countries and might lead them to reduce, or suppress, the restrictions they justifiably impose on such trade.

Israel is the only Mediterranean country visited which has carried out trials. For this purpose it drew on the research done in the United States, especially in the Hawaiian Islands, and it would be as well, before reporting its results, to mention the bases of this research.

The study of the action of volatile fumigants on the various stages of the fly started in the laboratory with the following method : eggs 23 to 26 hours old, placed on damp blotting paper in open Petri dishes,

du papier buvard humide, dans des boîtes de Petri ouvertes, les secondes dans des cupules de 50 cm^3, sont placés à 7,5 cm au-dessus du fond et soumis à l'action de produits pendant 2 heures dans des boîtes métalliques de 20 litres. Les produits sont introduits par le sommet du récipient et versés sur un papier-filtre placé à 7,5 cm au-dessous du couvercle. Ces essais qui ont porté sur près de 200 produits, comprenant des hydrocarbures halogènes aliphatiques saturés et non saturés, des cycloparaffines halogénés, des hydrocarbures halogènes aromatiques, des acides haliques (chlorures, bromures, iodures, chlorobromures, chlorofluorures, chloroiodures), des alcools, des aldéhydes, des cétones, des éthers, des esters, des oxydes, des acides et des composés nitrés et soufrés, ont permis de constater que le bromure de méthyle, le dibromure d'éthylène, le chlorobromure d'éthylène (1-bromo-2-chloroéthane), le iodohexane, le iodoheptane, le chloroiodobutane, et le di-iodométhane sont les plus efficaces.

Des essais semi-industriels et industriels, utilisant le bromure de méthyle et le dibromure d'éthylène permettent de fixer la dose de ce dernier à utiliser pendant 2 heures à 21 °C. Ce dosage varie cependant selon les fruits traités. D'autre part, le seuil de phytotoxicité à l'égard des fruits de citrus, y compris les Navels, particulièrement sensibles, est fixé, pour une température de 21,1 °C et une exposition de 2 heures à 32 g/m^3 pour le bromure de méthyle, et à partir de 16 grammes pour le bromure d'éthylène. Comme ce dernier s'est montré 17 fois plus efficace du point de vue ovicide et larvicide que le premier, il a été le seul employé en Israël.

Dans ce pays, l'application de ce produit s'effectue dans les chambres construites pour le traitement des fruits de citrus à l'éthylène ou au trichlorure d'azote. Il s'agit donc de chambres non étanches et où le traitement ne peut être appliqué qu'à pression atmosphérique sans qu'il soit possible d'obtenir une homogénéisation complète du mélange insecticide et air, ni une circulation de ce mélange en circuit fermé. Les doses appliquées sont de 14 à 15 grammes de dibromure d'éthylène par mètre cube pendant 2 h 30 d'exposition à 20 °C. Ce composé est également employé avec le trichlorure d'azote (système Decco), fongicide utilisé pour combattre les pénicilliums. Le mélange serait le siège d'une action synergique qui amènerait à réduire la dose du dibromure d'éthylène à 6 à 7 grammes dans les mêmes conditions que précédemment. Cependant, quel que soit le procédé employé, l'assainissement complet des fruits traités n'est pas garanti.

VI. Lutte biologique

Dans le Bassin méditerranéen, la cératite est peu sujette au parasitisme naturel. Des recherches effectuées au Maroc ont permis de constater que l'*Opius concolor* Silv., parasite habituel de la mouche de l'olive (*Dacus oleae* Pomel) peut s'accommoder de ses larves. Dans ce même pays, un deuxième parasite, s'attaquant normalement aux drosophiles, a également été obtenu de larves de cératite ; il s'agit d'un hyménoptère chalcidoïde, *Pachyneuron vendemniae* Rond. Un troisième auxiliaire, *Trichopria capensis* Silv. (hymenoptère serphoïde) est signalé d'Israël, mais tous ces parasites sont, ou exceptionnels, ou d'une action insuffisante, pour diminuer, dans une mesure notable, les peuplements de la cératite. Pour combattre cette dernière, biologiquement, il ne peut être espéré de les utiliser, aussi a-t-on pensé faire appel à des parasites étrangers. Bien que l'efficacité de la lutte biologique ait toujours été considérée dans le Bassin méditerranéen comme limitée, cette méthode, en raison de son aspect séduisant et de la faveur que lui accordent les agriculteurs et les services techniques qui voient en elle un moyen de réduire le prix de revient, a fait l'objet de tentatives qu'il convient de souligner. Il sera fait état ici, des expériences poursuivies et des constatations relevées en Italie, en Israël, en Espagne et au Maroc.

Il semble que ce soit en Italie que la lutte biologique contre la cératite ait été mise en œuvre pour la première fois. Dès 1909, ce pays introduit, depuis les Indes, un hyménoptère chalcidoïde, dénommé *Syntomosphirum indicans* Silv., mais en raison du nombre insuffisant d'individus importés et de l'absence d'élevages permanents en laboratoire, cette introduction a échoué complètement. C'est cependant un chercheur italien (Silvestri) qui est à l'origine de la découverte des parasites du carpophage qui ont été, jusqu'à ces toutes dernières années, à la base de tous les essais de lutte biologique, tant dans le bassin méditerranéen, que dans le monde, notamment aux îles Hawaï et en Amérique du Sud. Il s'agit de 4 espèces, dont 3 hyménoptères braconides : *Opius humilis* Silv., *O. (Diachasma) fullawayi* Silv., originaires de l'Afrique du Sud et *O. (Diachasma) tryoni* Cum., indigène d'Australie ; et d'un hyménoptère chalcidoïde de la famille des Eulophidae : *Tetrastichus*.

L'étude de l'action de ces divers auxiliaires, poursuivie depuis près de 40 ans en divers pays et plus spécialement en dehors du Bassin méditerranéen, mérite d'être rappelée ici, notamment en ce qui concerne les résultats qui peuvent en être déduits, du point de vue de leur action, considérée dans l'absolu, et en association.

Les *Opius*, parasites des larves, n'ont la possibilité d'atteindre ces dernières qu'à une très faible profondeur ; ils ne sont donc susceptibles d'agir avec une certaine intensité que dans les petits fruits qui obligent les larves à se maintenir immédiatement au-dessous de la peau. Lorsqu'il s'agit de fruits volumineux, comme

and 3rd stage larvae in cupules of 50 cc., are inserted in 20-litre metal containers at a point 7.5 cms from the bottom, and subjected to the action of products for 2 hours. The products are introduced through the top of the container and poured on to a filter-paper placed 7.5 cms below the lid. These tests, carried out on nearly 200 products — including saturated and unsaturated halogenous aliphatic hydrocarbons, halogenated cyclo-paraffins, halogenous aromatic hydrocarbons, halic acids (chlorides, bromides, iodides, chlorobromides, chlorofluorides, chloroiodides), alcohols, aldehydes, ketones, ethers, esters, oxides, acids and nitro and sulphur compounds — have revealed that the most efficient are methyl bromide, ethylene dibromide, ethylene chlorobromide (1 bromo 2-chloroethane), iodohexane, iodoheptane, chloroiodobutane and di-iodomethane.

Semi-industrial and industrial trials, using methyl bromide and ethylene dibromide, made it possible to determine the dose of the latter to be used for two hours at 21 °C. The dose varies according to the fruit treated. In addition, the phytotoxicity threshold for citrus fruit, including navels (which are particularly sensitive) has been determined, for a temperature of 21.1 °C and an exposure of 2 hours, at 32 grs per cubic metre in the case of methyl bromide, and from 16 grs upwards for ethylene bromide. As the latter proved 17 times more efficient than the former as an ovicide and larvicide, it alone was used in Israel.

It was applied in the fumigation chambers constructed for treating citrus fruit with ethylene or nitrogen trichloride. The chambers are therefore not air-tight. Treatment can be carried out only at atmospheric pressure, and it is impossible to obtain complete homogenisation of the insecticide and air mixture, or to circulate this mixture in a closed circuit. The doses are from 14 to 15 grs of ethylene dibromide per cubic metre for 2½ hours exposure at 20 °C. This compound is also employed with nitrogen trichloride (Decco system), a fungicide used to control penicilliums. The mixture is thought to have a synergistic action, which reduces the ethylene dibromide dose to 6 or 7 grs in the same conditions as above. However, whatever the method employed, complete disinfestation of the fruit treated is not guaranteed.

VI. Biological Control

In the Mediterranean area, there are few natural parasites of *Ceratitis*. Research in Morocco has revealed that *Opius concolor* Silv., the usual parasite of the olive fly (*Dacus oleae* Pomel.) can adapt itself to *Ceratitis* larvae. In the same country a second parasite, which normally attacks Drosophilidae, has also been found in *Ceratitis* larvae ; this is one of the chalcidoid hymenoptera, *Pachyneuron vendemniae* Rond. A third parasite, *Trichopria capensis* Silv. (serphoid hymenoptera) has been reported from Israel, but all these parasites are either exceptional, or insufficiently active to reduce *Ceratitis* infestations to any notable extent. There can be no hope of using them as a means of biological control and consequently the idea of introducing foreign parasites has been mooted. Although the efficacy of biological control has always been regarded in the Mediterranean area as limited, it has its attractive side and is viewed with favour by the growers and technical services, who see in it a means of reducing production costs. It has therefore been the subject of research that is worthy of note, and we shall now describe experiments carried out in Italy, Israel, Spain and Morocco and their results.

Biological control of the fruit fly seems to have been first attempted in Italy. In 1909, that country introduced a chalcidoid, *Syntomosphirum indicans* Silv., from India but in view of the insufficient number of individuals imported and the impossibility of securing continuous breeding in the laboratory, the experiment failed completely. It was, however, an Italian research worker (Silvestri) who first discovered the parasites of the fruit fly which have until quite recently been the basis of all biological control trials, in the Mediterranean area as well as in Hawaii and South America. Four species are concerned, including 3 Braconidae : *Opius humilis* Silv., *O.* (*Diachasma*) *fullawayi* Silv., natives of South Africa, *O.* (*Diachasma*) *tryoni* Cum. a native of Australia, and one chalcidoid of the Eulophidae family : *Tetrastichus*.

Research on the action of these various parasites has been carried on for nearly forty years in various countries, especially outside the Mediterranean area : and it is appropriate to recall here the conclusions which can be drawn regarding their action, both individually and in association.

Opius is a larval parasite but can only attack larvae which are near the surface ; its action is therefore only likely to be effective in small fruits where the larvae are obliged to stay just beneath the skin. In large fruits, like most of those cultivated in the Mediterranean area, the larvae burrow into the pulp and

la plupart de ceux cultivés en Méditerranée, les larves en s'enfonçant dans la pulpe échappent très rapidement à leur action, ce qui diminue le pourcentage de parasitisme et corrélativement, les chances de multiplication de l'auxiliaire.

Le *T. giffardinus* Silv. agit un peu différemment. Si les résultats globaux sont meilleurs avec les petits fruits, ils sont relativement plus élevés pour les gros, tels les oranges.

Ces auxiliaires intervenant ensemble donnent des résultats qu'il paraît également intéressant de noter, car ils influencent les rendements obtenus. Lorsque les deux espèces d'*Opius* sont mises en concurrence dans une même région, l'*O. tryoni*, mieux armé, élimine l'*O. humilis*. Cette action serait encore accentuée si ce dernier, plus prolifique, ne bénéficiait, en outre, d'un cycle évolutif nettement plus court, d'un seuil de température de son développement plus bas, de la possibilité d'entrer en diapause à l'état larvaire pendant une longue période, d'une longévité plus prolongée du stade adulte et s'il n'était pourvu d'un oviscape plus long, ce qui lui permet de se multiplier dans des larves plus profondément enfoncées dans la pulpe des fruits que l'*O. tryoni*.

Il existe également un antagonisme marqué entre les *Opius* précédents et *T. giffardinus*. Les larves de ce dernier sont agressivement attaquées par celles des premiers lorsqu'elles se trouvent en présence ; heureusement pour *T. giffardinus* que ses larves, naissant par groupe d'une dizaine, échappent en partie à la destruction par les larves des *Opius* nées d'un œuf isolé.

Cette concurrence a conduit les chercheurs hawaïens à penser que la présence simultanée de ces auxiliaires dans une même région, est à l'origine d'une diminution du taux du parasitisme de la cératite par rapport au taux procuré par celui d'entre eux qui rencontre les conditions les plus favorables à son évolution. Cette opinion est cependant combattue par les auteurs israéliens ; ils considèrent que la présence concomitante de ces espèces en un même lieu, bien que n'apportant aucune assurance de voir accroître le pourcentage de cératite parasitée, que chacun procure isolément, donnent au contrôle biologique plus de souplesse et une plus grande marge d'adaptation aux conditions rencontrées localement, ceci plus particulièrement dans les régions méditerranéennes où les conditions climatiques, moins modérées qu'aux îles Hawaï et soumises à des variations d'une ampleur plus grande, placent les auxiliaires dans des situations moins favorables.

Dans les pays méditerranéens, la première tentative visant à l'introduction des parasites précédents est faite en 1925-1926 par Israël, mais l'opération ayant utilisé des transports trop lents échoue complètement.

L'Espagne, qui lui succède en 1932-1933, obtient des résultats qui peuvent éclairer les tentatives ultérieures. Elle se heurte encore aux difficultés dues aux délais de route considérables à l'époque, pour des trajets allant des îles Hawaïennes choisies comme productrices des auxiliaires et l'Espagne. Quatre essais d'introduction sont tentés : le premier prend fin à San Francisco ; le deuxième arrive en Espagne, où les insectes mis en élevage, malgré la présence d'une seule femelle pour 172 mâles, ne donnent naissance, après multiplication, qu'à 12 mâles ; le troisième, encore moins heureux, ne permet d'obtenir qu'une femelle ; enfin, le quatrième, profitant de l'expérience des précédents, conduit à des résultats encourageants. Les lots d'auxiliaires introduits contiennent 148 *O. tryoni* dont 102 femelles et 9 *O. humilis* dont 5 femelles. La proportion des sexes obtenue est normale, mais l'acclimatation aboutit à des résultats décevants. Les élevages pourtant menés dans des conditions adéquates échouent entièrement, ne donnant naissance à la première génération qu'à un très faible pourcentage de femelles, lesquelles ne donnent, en deuxième génération, que des mâles. Cet insuccès est sans doute dû aux conditions d'élevage qui ont déterminé une concurrence trop poussée des larves des auxiliaires et entraîné prématurément la mort des larves parasitées de la cératite. Il est probable, selon l'hypothèse émise à l'époque, que les femelles des auxiliaires, placées dans de telles conditions, ont été amenées à donner, même après fécondation, une descendance composée entièrement de mâles.

Après ces échecs successifs, les expérimentateurs analysant les possibilités d'introduction rencontrées en Espagne proposent de poursuivre leurs essais dans un milieu plus favorable et portent leur choix sur les îles Canaries, dont le climat et la production paraissent remplir les meilleures conditions. Malheureusement, leur projet n'a jamais reçu aucune suite.

Depuis, aucune nouvelle tentative d'acclimatation des parasites sus-indiqués n'a été faite dans les pays méditerranéens visités.

Récemment, la découverte de nouveaux parasites des trypétidés, dont *Ceratitis capitata*, paraît cependant ouvrir de nouvelles possibilités à la lutte biologique, dans le Bassin méditerranéen, malgré les conditions peu favorables que ce moyen y rencontre. Il s'agit de plusieurs *Opius* et plus spécialement de l'*O. oophilus* Full. qui offre la particularité de s'attaquer aux œufs du carpophage, ce qui élimine les difficultés rencontrées dans le cas de gros fruits à propos des auxiliaires précités. Une tentative d'introduction de ce braconide a été effectuée très récemment dans la plaine du Souss au Maroc, mais les résultats obtenus ne sont pas encore connus.

are very soon out of reach. This reduces the extent of parasitism and at the same time gives *Opius* less opportunity to propagate.

T. giffardinus Silv. acts somewhat differently. While the overall results are better with small fruits, they are relatively higher for large ones, such as oranges.

When these insects act together the results are also worthy of note, for they affect the yields obtained. When the two species of *Opius* are made to operate in the same district, *O. tryoni* — more formidable — eliminates *O. humilis*. This action would be still more drastic except that the latter, which is more prolific, also has a much shorter life cycle, develops at a lower temperature, can enter into diapause at the larval stage for a considerable period of time, has a much longer adult life and is provided with a longer ovipositor, enabling it to multiply in larvae embedded in the fruit pulp at depths beyond the range of *O. tryoni*.

There is also a marked antagonism between the above *Opius* and *T. giffardinus*. The larvae of the latter are aggressively attacked by those of the former whenever they happen to meet. Fortunately for *T. giffardinus*, its larvae hatch in groups of about ten, and so partly escape destruction by *Opius* larvae which hatch from isolated eggs.

This competition has led Hawaiian research workers to the opinion that the simultaneous presence of these parasites in the same region causes a lower rate of parasitism of *Ceratitis* than that obtained with one of the species under conditions more favourable to its development. However, this is contested by Israeli authors, who consider that the simultaneous presence of these species in a particular area, although not in any way guaranteeing an increase in *Ceratitis* parasitism above the rate obtained with each singly, gives a certain flexibility to biological control and affords a wider margin of adaptation to local conditions, especially in Mediterranean regions, where climatic conditions, being less temperate than in the Hawaiian islands, and subject to greater variations, are less favourable to the parasites.

In the Mediterranean countries, the first attempt to introduce the above parasites was made in Israel in 1925-1926, but as the transport used to import the parasites was too slow, the attempt failed completely.

Spain undertook a similar operation in 1932-1933 and obtained results which may lead the way to subsequent action. It too came up against difficulties due to delays — considerable at that time — on shipping routes from the Hawaiian Islands, selected as the source of the parasites, to Spain. Four attempts were made. The first consignment of parasites ended in San Francisco. The second reached Spain, where the insects were bred despite the presence of only one female for 172 males, but produced only 12 males. The third attempt, even less successful, produced only one female. Finally, the fourth attempt, profiting from previous experience, had encouraging results. The consignments of parasites introduced contained 148 *O. tryoni*, including 102 females, and 9 *O. humilis*, including 5 females. The proportion of sexes obtained by breeding was normal, but acclimatisation was disappointing. Although breeding took place under favourable conditions it was a complete failure ; only a very small percentage of females was produced in the first generation and in the second generation they produced only males. This failure was doubtless due to breeding conditions, which produced too great competition among the parasitic larvae and thus caused the premature death of the parasitised larvae of *Ceratitis*. According to the hypothesis put forward at the time it is probable that such conditions forced the females of the parasite, even after fecundation, to produce an entirely male progeny.

After these successive failures, the research workers analysing the possibilities of introducing these parasites into Spain, proposed to continue their work in more favourable surroundings and chose the Canary Islands, where the climate and the production seemed to offer the most favourable conditions. Unfortunately, their proposal has never been followed up.

Since then, no further attempt to acclimatise the above parasites has been made in the Mediterranean countries visited.

The recent discovery of other parasites of the Trypetidae (including *Ceratitis capitata*) would seem to open up fresh possibilities of biological control in the Mediterranean, despite the rather unfavourable conditions encountered. These parasites include several species of *Opius*, in particular *O. oophilus* Full., which has the peculiarity of attacking the eggs of the fruit fly, thus eliminating the difficulties encountered with the species mentioned earlier in the case of large fruits. An attempt to introduce this braconid was made quite recently in Morocco in the Souss plain, but the results obtained are not yet known.

B. DISCUSSION ET PROPOSITIONS

La diversité et l'importance de l'expérimentation entreprise contre la cératite, dans les pays visités du Bassin méditerranéen, a atteint un degré qui a permis dans toutes les régions fruitières et plus spécialement dans celles placées sur la rive nord et dans les péninsules ibérique et italienne, de combattre le parasite avec des résultats souvent satisfaisants. Toutefois, des progrès sont encore souhaitables notamment pour les pays de l'Afrique du Nord et du Moyen Orient, où les fruits sensibles arrivant à maturité à partir de juillet et durant tout l'été, sont, en raison de l'efficacité insuffisante obtenue, généralement abandonnés par les praticiens, plus spécialement dans les contrées à polyculture échelonnée. Les fruits de citrus, dont la sensibilité relativement faible au début de la maturité s'accroît rapidement par la suite, trouvent dans ces pays une place importante. Si leur protection est réalisable à l'automne et en hiver, du double fait de leur susceptibilité réduite et des conditions climatiques, il n'en est pas de même pour les variétés tardives à partir du printemps. Les fruits, alors soumis aux attaques des pullulations croissantes de la cératite, sont très rapidement contaminés et le planteur, dans le but d'éviter les pertes, procède à la récolte prématurément pour la stocker, lorsqu'il est organisé, dans des chambres froides, en attendant leur écoulement sur les marchés. Ainsi la présence de la mouche dans le Bassin méditerranéen force à terminer la cueillette des oranges tardives en juin, malgré l'intervention de traitements onéreux, alors qu'elle se poursuit tout l'été et en automne dans les pays exempts de ce parasite.

Tous ces inconvénients se compliquent par d'autres inhérents aux échanges avec les pays importateurs des productions méditerranéennes où le parasite peut rencontrer, au cours de la saison chaude, des conditions favorables à son évolution et qui savent ne pouvoir lui opposer des méthodes de lutte d'efficacité indiscutable, d'un prix de revient modique.

Toutes ces considérations mènent à penser que l'expérimentation des moyens de protection contre la cératite, malgré les progrès qu'elle a réalisés ces dernières années, mérite d'être poursuivie, suivant des méthodes rigoureuses, dans tous les domaines, en s'inspirant non seulement des acquisitions faites dans le Bassin méditerranéen, mais également dans toutes les parties du monde où le parasite, ou une espèce voisine, est connu.

Méthodes culturales

Du point de vue des méthodes culturales, l'effort constaté dans les pays méditerranéens visités est, pour ainsi dire, inexistant. Les techniciens et les scientifiques s'occupant de la question, sont unanimes à reconnaître l'utilité de discipliner la production fruitière en vue d'éviter son échelonnement ininterrompu, pendant toute l'année, dans les régions citricoles et, du printemps à l'automne, dans les autres, mais ils ne sont pas suivis dans cette voie par les techniciens arboricoles qui, obéissant à une discipline très différente, ont en vue d'étaler cette production en fonction des débouchés possibles présents et à venir. Comme ceux-ci interviennent en premier lieu, et qu'ils ne sont pas toujours suffisamment instruits des conséquences entomologiques et pathologiques de leurs conceptions, ils compliquent fréquemment la tâche de leurs collègues responsables de la protection. Dans le cas de la cératite, ces difficultés atteignent fréquemment un degré extrême, souvent insurmontable avec les moyens actuellement connus.

Il conviendrait donc que, lors de la mise en valeur des périmètres à vocation fruitière, les risques que peut faire courir cet insecte, soient pris davantage en considération qu'ils ne le sont actuellement pour l'établissement des programmes. Ceci s'impose tout particulièrement dans les régions tempérées chaudes du Bassin méditerranéen, où l'hiver ne détermine qu'un ralentissement dans la succession des générations de l'insecte et où les cultures fruitières et citricoles, soumises au régime de la petite et moyenne propriété, occupent des surfaces importantes sans solution de continuité suffisante pour que des conditions d'isolement protectrices puissent subsister.

Il est à noter, d'autre part, que pour l'instant, aucune étude systématique n'a été poursuivie dans le but de rechercher le degré de sensibilité à la mouche des espèces fruitières. Dans la plupart des pays visités, des classements ont cependant été établis, mais ils se limitent, le plus souvent, aux espèces, n'abordant qu'exceptionnellement les variétés. De plus, ces classements ne tiennent pas toujours compte du degré de pullulation du parasite ni des conditions climatiques pendant la période de sensibilité du fruit. Il est certain que les résistances naturelles sont rares et que pour certaines espèces notées, le choix des géniteurs en vue d'une sélection devant aboutir à des variétés résistantes soulèvera de sérieuses difficultés, peut-être même des impossibilités, mais outre la connaissance de la sensibilité absolue, il semble cependant que celle de la rapidité d'évolution de la cératite, les pourcentages de réussite de ses larves nées d'œufs déposés, l'attractivité exercée à l'égard de ses adultes, etc., pourraient apporter des facilités à la solution du problème. Des ébauches de travaux effectuées dans ce sens, notamment en Israël, en France, en Tunisie et en Italie, mériteraient d'être non seulement continuées, mais accélérées et étendues à tous les pays intéressés.

B. DISCUSSION AND PROPOSALS

Experiments against *Ceratitis* in the countries visited in the Mediterranean area have been carried out on such a scale that it has been possible to control the pest, often satisfactorily, in all fruit-growing areas, particularly on the northern seaboard and in the Iberian and Italian peninsulas. Further progress is, however, desirable, especially in North Africa and the Middle East, where susceptible varieties, which ripen from July onwards throughout the Summer, are usually abandoned by growers for want of an effective means of control, particularly in districts of staggered polyculture. Citrus is widely grown in these countries, as its susceptibility is relatively slight at the start of ripening, but increases rapidly thereafter. While the fruit can be protected in Autumn and Winter, owing to low susceptibility and climatic conditions, this is not so for the late varieties from springtime onwards. The fruit is then exposed to increasing attacks from *Ceratitis* and is very soon infested ; in order to avoid loss the grower picks his fruit prematurely and stocks it in cold stores (if he is properly organised) until ready for the market. Thus, in spite of expensive treatments, the presence of the fly in the Mediterranean area makes it imperative to finish picking late oranges in June, whereas in uninfested countries picking continues all Summer and Autumn.

Further complications arise in trade in Mediterranean produce with importing countries where conditions during the hot season may be favourable to the development of the pest and which know that there is no absolutely effective means of control available at moderate cost.

All these considerations lead us to the opinion that despite the progress achieved in recent years, experimental work in the control of *Ceratitis* should be continued in all its aspects, following strictly defined methods based on the experience gained not only in the Mediterranean area but in all parts of the world where the pest or a similar species is known.

Cultural Methods

As regards cultural methods of control, efforts in the Mediterranean countries visited may be regarded as non-existent. Technicians and scientists dealing with the question unanimously agree that fruit production ought to be managed in such a way as to avoid continual staggering throughout the year in citrus-growing areas and from Spring to Autumn in others ; but this view is not supported by arboriculturists who, actuated by very different motives, encourage the spreading of production in relation to possible markets, present and future. Since the latter are first on the scene and do not always have sufficient knowledge of the entomological and pathological consequences of their ideas, they frequently complicate the work of their colleagues responsible for plant protection. In the case of *Ceratitis* these difficulties frequently become extreme and are often insurmountable with the resources at present available.

Development programmes for fruit-growing areas should therefore pay more attention than at present to the dangers which *Ceratitis* can bring in its train. This is particularly necessary in the warm, temperate regions of the Mediterranean Basin, where the Winter merely slows down the successive generations of the insect, and where citrus and other fruit are cultivated on small and medium-sized holdings on which they cover a wide area without sufficient break in continuity to provide adequate conditions of protective isolation.

On the other hand, it should be noted that up to the present no systematic investigation has been made in order to determine the degree of susceptibility of the different species of fruit. Classifications have been drawn up in most of the countries visited, but in most cases they are limited to species and only include varieties in exceptional cases. Moreover, these classifications do not always take into account the degree of infestation or the climatic conditions in the period during which the fruit is susceptible. It is certain that cases of natural resistance are rare and that, for certain species noted, it would be extremely difficult, perhaps impossible, to select stocks with a view to producing resistant varieties ; however, it seems that in addition to a knowledge of absolute susceptibility, particulars of the speed of *Ceratitis* evolution, survival percentages of larvae hatched from eggs laid, attractivity of different species or varieties to adult flies, etc., may help to solve the problem. Work to this effect, notably in Israel, France, Tunis and Italy, should not only be continued but speeded up and extended to all countries concerned.

Les méthodes culturales sont également de nature à déterminer une réduction des pullulations de l'insecte. Tous les praticiens savent que les sables mobiles s'opposent à la pénétration des larves qui cherchent à se nymphoser et sont ainsi à l'origine d'une mortalité élevée. Des travaux récemment entrepris en Tunisie dans le but de mettre au point une méthode de lutte contre la cératite susceptible de l'atteindre au cours de son existence souterraine ont amené leurs auteurs à constater que les températures estivales sont responsables, dans une très large mesure, de la forte mortalité subie par les larves et les pupes au cours de leur séjour dans un sol sec et que cette mortalité varie avec la texture du sol. Très élevée dans les terres fines, elle diminue dans les sols granuleux et motteux qui offrent d'excellentes conditions de pénétration à la larve, ce qui permet à cette dernière de trouver des situations favorables à la pupaison.

Une observation faite en France mérite également d'être rapportée ici, en raison de l'application qu'elle pourrait trouver éventuellement dans le cadre des méthodes culturales.

Des larves placées sur des sols humectés régulièrement et qui avaient réussi à les pénétrer et à se nymphoser, ont été les seules, dans une série d'essais, à ne pas donner d'adultes. L'examen des causes à l'origine de cette mortalité, a montré que dans un sol maintenu humide, les larves résistaient à l'asphyxie en maintenant ouverts les stigmates en relation avec la surface de la terre, mais que, transformées en pupes, ces organes se bouchaient et mort s'ensuivait.

Il est certainement prématuré de bâtir des moyens de lutte sur ces premières données, mais elles permettent de penser que les moyens culturaux sont de nature à prêter un concours précieux à la destruction de la cératite et que leur étude par trop négligée jusqu'à présent, mériterait de retenir l'attention des chercheurs et expérimentateurs dans les pays méditerranéens.

Procédés physiques

La lutte par les moyens physiques est également loin d'avoir fait l'objet des recherches systématiques qu'elle mérite dans les pays méditerranéens. Pourtant cette lutte qui a tout particulièrement pour objet de détruire les œufs et les larves à l'intérieur des fruits contaminés est susceptible d'apporter une solution au problème posé par le commerce des fruits provenant des pays contaminés par la mouche et dont l'importation est soumise à des restrictions de plus en plus sérieuses de la part des pays qui désirent se protéger contre l'introduction du parasite.

Le froid, dont l'utilisation industrielle se généralise dans la majorité de ces pays, peut être léthal pour le parasite. Selon divers auteurs qui se sont occupés de la question en Afrique du Sud et aux États-Unis, un séjour des fruits de 9 jours à 0,6 °C ou de 11 à 12 jours à 1,1 °C détermine l'assainissement complet de ces derniers. Il est probable qu'à des températures plus élevées et des séjours plus prolongés, les mêmes résultats peuvent être obtenus, mais en attendant de les déterminer, les données précédentes permettent de penser que certains fruits pourraient, d'ores et déjà, au cours de la période pendant laquelle ils sont conservés, ou pendant leur transport, être soumis à un degré de température assurant leur conservation et simultanément, leur assainissement. Il en est ainsi plus spécialement des pommes, poires, prunes, pêches, abricots, raisins, dont les températures de réfrigération recommandées sont, selon les variétés, respectivement de 0° à 5°, de — 1° à + 3°, de + 0,5° à + 1°, de — 0,5° à 0°, de — 0,5° à + 3° et de — 1° à 0°. Par contre, dans le cas des fruits de citrus, les températures recommandées étant plus élevées et selon les variétés de 0° à + 7° pour les oranges, d'environ + 6° pour les mandarines et de + 7° à + 14° pour les citrons, des études complémentaires mériteraient d'être entreprises en vue de fixer les durées requises pour chacun.

La chaleur est également susceptible d'apporter un certain concours pour le même objet. On peut même ajouter qu'elle trouve déjà aux États-Unis d'Amérique, une application pratique pour y éviter l'introduction des trypétidés, cératite comprise, dans les États qui en sont indemnes, mais dont le climat est supposé favorable à leur évolution. Son application exige cependant l'observation de précautions sérieuses afin d'éviter l'altération de la peau, des qualités de conservation et du goût. Deux procédés sont recommandés par le Département de l'Agriculture des États-Unis. Le premier dit « à montée rapide de température » soumet les fruits à l'exposition de vapeur saturée à 48 °C, jusqu'au moment où cette température moins 0,6 °C est atteinte à l'intérieur. La seconde méthode porte les fruits à une température de 43,3 °C en 4 à 8 heures. Certains fruits de citrus peuvent supporter ces traitements, il en est ainsi notamment des pomelos *(Citrus paradisi)* et des oranges Valencia late, bien que des altérations de la peau et du goût soient à craindre selon l'origine et le degré de maturité. Les oranges Navel, et encore davantage les citrons, sont sensibles à ces traitements, notamment à celui utilisant des températures de 48 °C. Cette sensibilité est encore plus marquée pour les poires d'avocat.

Des essais effectués en Espagne ont également permis de tuer les larves de cératite à l'intérieur des raisins en les maintenant en atmosphère saturée d'eau portée à 43,5 °C.

La chaleur, en raison de l'absence d'installation adéquate, d'une part, et des risques d'altération qu'elle fait courir aux fruits qui lui sont soumis, d'autre part, paraît ne pas devoir trouver une grande faveur dans le Bassin méditerranéen ; toutefois son étude dans le cas de la cératite pourrait être entreprise corrélativement avec celle du froid.

Cultural methods can also reduce infestation. All field-workers know that shifting sand resists penetration by larvae seeking to pupate and, consequently, causes high mortality. In recent experiments in Tunis for developing a method of control of *Ceratitis* when underground, research workers found that summer temperatures are very largely responsible for the high mortality among larvae and pupae in a dry soil and that this mortality varies according to soil texture. In fine soils it is very high, but falls in granular and lumpy soils which afford excellent conditions for penetration, so that the larva can easily find suitable places in which to pupate.

An observation made in France should also be reported here because it might be possible to apply it in cultural methods.

In a series of experiments, larvae placed in regularly watered soils and which had succeeded in penetrating and pupating, were the only ones which failed to produce adults. When seeking the causes of this mortality, it was found that in a damp soil the larvae avoided suffocation by keeping open spiracles connected with the surface of the ground, but that when they turned into pupae these organs became blocked and they died.

It is certainly too early to base a system of control on these first data, but they do lead us to suggest that cultural methods can make a valuable contribution to *Ceratitis* control and that their study, too much neglected up to now, should receive attention from research workers and experimenters in Mediterranean countries.

Physical Methods

In the same way, control by physical methods has not been the subject of sufficient systematic research in Mediterranean countries. Yet these methods, which aim particularly at destroying eggs and larvae inside infested fruit, are capable of providing a solution to the problem of the fruit trade between fly-infested countries and countries wishing to protect themselves against the introduction of the pest, which impose increasingly severe restrictions on fruit importers.

The industrial use of refrigeration is becoming more widespread in most of these countries and cold can be fatal to the pest. According to various authors in South Africa and the United States, fruit becomes completely decontaminated after being kept for nine days at a temperature of 0.6 °C, or for 11 to 12 days at 1.1 °C. It is probable that the same results can be obtained with higher temperatures and longer periods, but until these are determined, we may infer from the preceding data that during storage or transport certain fruit could be kept at a temperature which can, at one and the same time, preserve and decontaminate. This is particularly the case with apples, pears, plums, peaches, apricots and grapes, for which the refrigeration temperatures recommended, according to the varieties, are respectively as follows : 0° to 5°, —1° to + 3°, + 0.5° to + 1°, —0.5° to 0°, —0.5° to + 3° and —1° to 0°. For citrus fruit, on the other hand, where far higher temperatures are recommended, varying according to the different varieties from 0° to + 7° for oranges, about + 6° for mandarines and from + 7° to + 14° for lemons, additional research ought to be undertaken to determine the period required for each.

Heat can also help to achieve the same object. It is already used in practice in the United States to prevent the introduction of Trypetidae, including *Ceratitis*, into States which are free from them but whose climate is deemed favourable to their evolution. Its application does, however, call for strict precautions in order to avoid spoiling the skin, the keeping properties and the taste. Two processes are recommended by the United States Department of Agriculture. In the first, or " quick raise " method, the fruit is exposed to saturated steam at 48 °C until this temperature, less 0.6 °C, is reached in the interior. In the second process, the fruit is raised to a temperature of 43.3 °C in 4 to 8 hours. Certain citrus fruit can stand this treatment, especially pummelos (*Citrus paradisi*) and late Valencia oranges, although there is a danger of spoiling the skin and the taste, depending on their origin and degree of ripeness. Navel oranges, and especially lemons, are sensitive to these treatments, in particular where temperatures of 48 °C are used. This sensitivity is even more pronounced in the case of avocado pears.

In similar trials in Spain, *Ceratitis* larvae have been destroyed inside grapes by keeping them in a water-saturated atmosphere raised to 43.5 °C.

Heat treatment seems unlikely to find much favour in the Mediterranean area owing, on the one hand, to the lack of proper installations and, on the other, to the risk of spoiling the fruit treated ; however, in the case of *Ceratitis*, it could be studied at the same time as refrigeration.

Procédés chimiotropiques

Avec les attractifs, on aborde les méthodes de lutte d'efficacité élevée et qui trouvent une application importante dans les plantations. Il apparaît, cependant, que la recherche en vue d'améliorer ceux connus et d'en trouver de nouveaux soit pour l'instant abandonnée dans la plupart des pays méditerranéens. Les solutions de phosphate biammonique, en raison de leur attractivité prolongée et constante, ainsi que de leur commodité de préparation, donnent il est vrai, satisfaction pour suivre l'importance des populations du parasite dans une plantation, ou pour fixer la date d'application des traitements chimiques. Cependant, dans le cas des pulvérisations d'appâts, d'après les résultats des rares essais connus, ces solutions se montrent peu recommandables, et inférieures aux anciens attractifs entrant dans la composition des appâts, tels le sucre et les mélasses ; d'autre part, ainsi qu'il ressort des renseignements fournis précédemment, ils se montrent égaux ou inférieurs à d'autres mélanges lorsqu'ils sont employés dans les gobe-mouches.

Les études poursuivies en Algérie sont arrivées à montrer que la puissance attractive des solutions ammoniacales est nettement augmentée lorsqu'elles sont mélangées avec de l'eau de macération de son. Ce mélange, qui paraît être le siège d'une synergie, conduit à considérer que chacun des deux éléments possède une action différente sur la cératite adulte.

Les travaux poursuivis en dehors du Bassin méditerranéen, notamment aux Etats-Unis, montrent que des améliorations peuvent être obtenues dans ce domaine, avec les hydrolisats de protéines de soja ou de levures, lesquels, en certaine proportion dans l'eau et en mélange avec du sucre, attirent les mouches depuis une distance d'une quinzaine de mètres.

Ces nouvelles acquisitions militent en faveur d'une possibilité de trouver des attractifs bien meilleurs que ceux auxquels les pays méditerranéens paraissent s'être attachés et de l'utilité de poursuivre l'effort de recherche dans cette voie.

L'étude des attractifs a une grande influence sur le développement de certaines méthodes de lutte, plus particulièrement pour celles utilisant les gobe-mouches et les pulvérisations d'appâts insecticides.

La méthode des gobe-mouches, très à l'honneur avant la découverte des insecticides organo-synthétiques, n'est plus actuellement considérée comme étant susceptible d'apporter une solution suffisante au problème posé par la destruction de la cératite. Cependant, outre que dans le cas de certaines plantations fruitières, particulièrement bien isolées, elle procure une efficacité jugée souvent satisfaisante, elle trouve une application très courante pour la fixation des dates de traitements insecticides. Ne serait-ce que pour cette application, elle mérite donc d'être perfectionnée afin qu'elle puisse, à toute époque de l'année, et d'une manière constante, donner des indications précises sur l'état de contamination des cultures et sur le vagabondage des mouches dans une région.

La recherche des attractifs présente, il est incontestable, un intérêt bien supérieur pour la lutte au moyen des appâts insecticides. S'il faut reconnaître que dans le Bassin méditerranéen, ce procédé est peu employé, il convient de souligner l'importance qu'on lui accorde dans de nombreux pays et plus spécialement en Afrique du Sud, en Australie et aux États-Unis (îles Hawaï) où les expérimentateurs lui attribuent la première place parmi toutes les méthodes connues, notamment depuis l'emploi en mélange des attractifs à base de protéines et des insecticides organo-phosphorés. Sans doute, les conditions climatiques rencontrées dans ces divers pays sont différentes de celles connues dans le Bassin méditerranéen, mais il est à se demander si, dans ce dernier, le peu d'intérêt accordé à cette méthode n'a pas, pour origine l'absence d'une expérimentation systématique. Il a été possible d'enregistrer quelques tentatives dans ce sens en Espagne, au Maroc et en Algérie, mais dans tous les cas, il s'agissait d'essais critiquables et insuffisamment nombreux pour qu'ils puissent conduire à des conclusions définitives. Aussi paraît-il indispensable avant de condamner cette méthode, dans les pays méditerranéens, de la soumettre à une expérimentation préalable dans les diverses situations qui y sont rencontrées, ceci d'autant plus que l'emploi de pulvérisations toxiques et attractives peut, dans certaines conditions, autoriser l'application de traitements jusqu'à la fin de la récolte dans les pays où les toxiques sont légalement interdits plusieurs semaines avant la maturité complète des fruits.

Cette nécessité s'impose d'autant plus que la méthode des appâts toxiques est, aux dires des auteurs qui en apprécient l'efficacité, d'un prix de revient nettement inférieur à celui des pulvérisations insecticides. Dans le cas où cette suggestion trouverait un certain crédit, le protocole à retenir paraît devoir s'inspirer abondamment des mises au point opérées en Afrique du Sud, en Australie et dans le Pacifique.

En particulier, si le choix des époques à retenir pour l'intervention des traitements varie avec chaque variété fruitière en fonction de la durée pendant laquelle les fruits à protéger sont réceptifs, les applications paraissent devoir utiliser la fréquence rendue obligatoire dans certains districts d'Australie, à savoir :

- entreprendre le traitement au moins 5 semaines avant l'époque normale de la maturité des fruits à protéger ;
- répéter les applications à intervalle d'une semaine, jusqu'à la récolte de la totalité des fruits ;
- poursuivre les applications pendant la période d'activité de la mouche à la cadence d'une par semaine, au cours du mois qui suit la récolte ;
- renouveler les traitements lorsqu'une pluie suit immédiatement celui prévu dans le programme.

Methods of Chemical Attraction

Attractants provide a highly effective means of control and are used extensively in plantations. Nevertheless, it would seem that at the moment research into improving known attractants and finding new ones has been abandoned in most of the Mediterranean countries. It is true that owing to their constant and prolonged attractivity and to the fact that they are easy to prepare, diammonium phosphate solutions are satisfactory for gauging the size of pest populations in a plantation or for determining the right time for chemical treatments. However, as regards bait spraying, the results of the few trials known show that these solutions are scarcely to be recommended and are inferior to the old attractants used as bait, e.g. sugar and molasses ; moreover, according to the data given above, they are equal or inferior to other mixtures when used in fly-traps.

Research in Algeria has shown that the attractive power of ammoniacal solutions is definitely increased if they are mixed with soaked bran water. This mixture seems to have synergistic properties, which leads to the supposition that each of the two substances acts differently on the adult *Ceratitis*.

Experiments outside the Mediterranean area, particularly in the United States, show that an improvement can be made in this field with hydrolysates of soya or yeast proteins, which, when mixed in a certain proportion with water and sugar, attract flies from a distance of about 15 metres.

These new data indicate a possibility of finding much better attractants than those to which Mediterranean countries seem to be attached, and research should be continued in this direction.

The study of attractants has a strong influence on the development of certain methods of control, particularly those employing fly-traps and insecticidal bait spraying.

The fly-trap method, very much in favour before the discovery of synthetic organic insecticides, is now no longer considered capable of providing an adequate solution to the problem of fruit fly destruction. In the case of certain particularly well-isolated fruit plantations, however, its efficiency is frequently considered satisfactory, and it is also very commonly used for determining the dates of insecticidal treatment. For this purpose alone, it ought to be perfected in order to provide accurate data throughout the year on the degree of crop infestation and flights of flies in a district.

There is no doubt that the search for attractants is of much greater interest in connection with control by insecticidal bait. While it must be recognised that this method is little employed in the Mediterranean area, it is of considerable importance in many countries, especially South Africa, Australia and the United States (Hawaii Islands) where experimenters give it first place among all known methods, especially since the introduction of mixtures of attractants based on proteins and organo-phosphorus insecticides. No doubt climatic conditions in these various countries differ from those in the Mediterranean area, but the question arises whether the lack of interest in this method in that area is not due to the absence of systematic experiment. Some trials were recorded in Spain, Morocco and Algeria, but in all cases they were open to criticism and not numerous enough to lead to definite conclusions. Accordingly, before condemning this method in the Mediterranean countries it is essential to subject it to preliminary trials in the various situations encountered there, especially since the use of toxic sprays and attractants can, in certain conditions, make it possible to apply treatment up to the end of the harvest in countries where the use of toxic products is prohibited by law for several weeks before the fruit reaches full maturity.

This is all the more necessary because, according to authors who appreciate its effectiveness, the toxic bait method is definitely less expensive than insecticidal sprays. If this suggestion were to find favour, experimental methods ought to be based largely on the improved techniques used in South Africa, Australia and the Pacific.

In particular, while the timing of treatment varies with each variety of fruit in relation to the length of its period of receptivity, treatment should probably be applied at the frequency made compulsory in certain districts of Australia, i.e.

— start treatment at least five weeks before the normal ripening period of the fruit to be protected ;
— repeat treatment at intervals of one week until the entire crop has been picked ;
— continue treatment at the rate of one application per week during the period of the fly's activity, for one month after picking ;
— repeat treatment if rain falls immediately after a treatment carried out in accordance with the programme.

Quant aux formules à retenir, deux semblent devoir s'imposer au début de l'expérimentation, la première relativement ancienne comprenant du fluosilicate de soude (0,4 %), du sucre blanc (7 à 10 %) dans de l'eau ; la seconde très récente, composée par 100 litres d'eau de 2,5 kg d'hydrolysat de protéine de levure et de poudre mouillable d'un insecticide organo-synthétique phosphoré relativement stable, en quantité suffisante pour procurer la mort rapide des mouches par ingestion.

Une telle expérimentation, conduite dans les pays méditerranéens, sur les diverses variétés fruitières à protéger, permettrait rapidement de connaître l'efficacité et la rentabilité de la méthode et de présumer de son intérêt pour la pratique.

Procédés chimiques

Contrairement à ce qui a été constaté pour le procédé précédent, les traitements utilisant les applications d'insecticides organo-synthétiques, agissant par contact, ingestion et pour certains, par émanation, ont fait l'objet d'un effort sérieux d'expérimentation dans tous les pays visités. Toutefois, les protocoles retenus dans les différents pays par les divers auteurs étant assez différents, il est peu commode de procéder aux comparaisons souhaitables, en vue de conclure avec certitude.

Néanmoins comme il a été indiqué précédemment, un certain nombre de renseignements peuvent déjà en être dégagés.

Il serait pourtant souhaitable que les expérimentateurs adoptent définitivement un protocole opératoire identique, tout au moins pour la partie de leurs travaux devant servir de référence. Les recommandations faites à ce sujet par le Conférence internationale sur la mouche méditerranéenne des fruits, réunie à Alger du 26 au 29 janvier 1954, restent valables. Toutefois, il paraît nécessaire d'y apporter quelques modifications, relativement aux procédés que les participants à la Conférence paraissaient ignorer à l'époque.

Il s'agit plus spécialement de l'emploi de traitements utilisant des mélanges d'insecticides et d'un produit attractif, auxquels les spécialistes des îles Hawaï accordent actuellement leur préférence.

Cette méthode, qui est en quelque sorte une adaptation de celle dite des appâts toxiques, consiste à pulvériser plus ou moins finement ces derniers, à des dilutions variables, sur les arbres à protéger dans des conditions comparables à celles conseillées pour les applications de suspensions ou émulsions d'insecticides seuls. Elle aurait pour effet de renforcer l'action de ces derniers par une attirance qu'ils ne possèdent pas et de rendre leur efficacité plus durable et même renouvelée dans les situations humides.

Il semble, d'après les travaux publiés, que la formule suivante devrait être prise comme base de départ :

Eau	100 litres
Hydrolysat de levure.....	0,5 kg
Sucre	5 kg
Insecticide	Quantité utilisée dans les suspensions ou émulsions contenant l'insecticide seul.

Ces indications sont évidemment fournies à titre de suggestion, l'hydrolysat de levure peut être remplacé par d'autres attractifs, le sucre peut être supprimé ou remplacé par d'autres substances hygroscopiques conservant au dépôt un état sirupeux ; quant aux insecticides, ceux possédant une action absolue et immédiate élevée paraissent répondre le mieux aux buts cherchés.

Du fait que ces préparations contiennent un attractif puissant, le dépôt que laisse leur pulvérisation attire les mouches à des distances de plusieurs mètres, si bien qu'une couverture des arbres moins générale que pour les pulvérisations du type résiduel est nécessaire.

Les recommandations faites par la Conférence d'Alger méritent également d'être complétées par le renforcement des moyens de contrôle des résultats. Aux tests préconisés, il convient d'ajouter celui qui consiste à placer des plateaux de dimensions connues sous les arbres traités dans le but de recueillir les insectes tués par les applications. Il est ainsi permis d'apprécier la rapidité d'action des produits utilisés, ce qui est irréalisable avec les captures dans les gobe-mouches et les comptages de fruits.

La destruction des larves, des pupes et des adultes nouvellement éclos au moyen de l'application d'insecticides sur le sol au-dessous des arbres dont les fruits sont parasités est également de nature à retenir l'attention des expérimentateurs, ne serait-ce que pour en connaître l'efficacité et les possibilités réelles. Cette expérimentation mériterait même d'être entreprise sur une large échelle, car les résultats à attendre de cette méthode semblent devoir, à priori, varier sérieusement selon la nature des sols, l'humidité et le climat.

Le traitement des fruits récoltés, dans le but d'y détruire les œufs et larves qu'ils sont susceptibles de contenir, est d'une utilité élevée, notamment dans le cas d'exportation. Déjà, certains pays importateurs, telle la Russie, exigent, par mesure de précaution, l'application préalable de fumigations à base de dibromure d'éthylène. Cette exigence qui pourrait rapidement se généraliser, devrait amener les chercheurs à fixer,

Of the formulae to be used in the experiments, two seem indicated from the outset ; the first and relatively old one of sodium fluosilicate (0.4 %) and white sugar (7-10 %) in water ; the second, of very recent date, consisting of 100 litres of water to 2.5 kg. of yeast protein hydrolysate and a relatively stable synthetic organo-phosphorus insecticide (wettable powder) in sufficient quantities to cause the rapid death of the fly by ingestion.

Experiments of this kind in Mediterranean countries on various varieties of fruit would soon determine the efficiency and profitability of this method and would give some idea of its practical possibilities.

Chemical Methods

Contrary to what has been said about the preceding process, treatments employing synthetic organic insecticides acting by contact, ingestion and, in some cases, by emanation, have been the subject of serious experiments in all countries visited. However, since the experimental methods adopted by the various authors in the different countries all differ from each other, it is not easy to make comparisons with a view to drawing definite conclusions.

Nevertheless, as previously stated, a certain amount of information can be gathered from these experiments.

It would, however, be desirable for all experimenters to adopt the same operational method, at least for that part of their work which would serve as a reference. The recommendations made on this subject by the International Conference on Mediterranean Fruit Fly, held in Algiers from January 26 to 29, 1954, remain valid. It seems necessary, however, to make some amendments with regard to methods with which participants to the Conference seemed unfamiliar at the time.

This applies especially to treatments using mixtures of insecticides and an attractant, which are now preferred by specialists in the Hawaiian Islands.

This method, which is to some extent an adaptation of the toxic bait method, consists of spraying the trees to be protected with fairly fine bait sprays at various dilutions, in conditions comparable with those recommended for treatment with insecticidal suspensions and emulsions alone. It is thought to strengthen their action with an attractivity which they do not themselves possess and make their effect last longer and even become renewed in damp situations.

According to published works it seems that the following formulae should be taken as a starting point :

Water	100 litres
Hydrolysate of Yeast	0.5 kg
Sugar	5 kg
Insecticide	Quantity used in suspensions or emulsions containing the insecticide alone.

Obviously these indications are given only as a suggestion, for hydrolysate of yeast can be replaced by other attractants, and sugar can either be eliminated or replaced by other hygroscopic substances which leave a syrupy deposit ; as regards insecticides, those with a strong knock-down action seem to be the most suitable for the purpose.

Since these preparations contain a powerful attractant, the deposit left by the spray attracts flies from a distance of several metres, so that the trees need not be so thoroughly covered as with residual sprays.

The recommendations of the Algiers Conference should also be supplemented by reinforcing the methods of checking results. To the methods recommended should be added that of placing trays of given dimensions under the trees in order to collect the insects killed by the treatment. This makes it possible to assess the speed of action of the product employed, which cannot be done by counting captures in fly traps or punctured fruit.

The destruction of larvae, pupae and newly emerged adult flies by means of insecticide applied to the ground beneath trees bearing infested fruit, is also worthy of attention from the experts, if only with the object of ascertaining its effectiveness and practical possibilities. Such experiments ought even to be undertaken on a large scale ; since the results to be expected from this method should, a priori, vary considerably according to the nature of the soil, humidity and climate.

The treatment of picked fruit, with the aim of destroying any eggs and larvae which they may contain, is extremely useful, especially in the case of produce for export. Already certain importing countries, such as Russia, require prior fumigation with ethylene dibromide as a precautionary measure. This requirement, which may soon become general, should lead research workers to determine the insecticides,

dans les conditions du Bassin méditerranéen, les insecticides, doses et durées d'action à retenir pour le traitement efficace de chaque espèce et variété de fruits. Les essais réalisés en Israël, bien qu'ils aient conduit à des applications industrielles du procédé, se sont, pour l'instant, limités à quelques variétés d'oranges, ce qui n'apporte qu'une solution très partielle du problème posé. D'autre part, réalisés dans des conditions sommaires, ils offrent des garanties assez critiquables.

Les travaux exécutés aux îles Hawaï, beaucoup plus précis, sont de nature à servir de point de départ à une expérimentation de grande envergure ayant tout au moins, comme but immédiat, la détermination des seuils de phytotoxicité et ceux de la destruction des œufs et larves de mouches dans le cas des principales variétés de fruits produits et commercialisés dans le Bassin méditerranéen.

La phytotoxicité à considérer ne devrait pas se limiter aux simples actions de brûlures, ou à l'apparition de taches superficielles, mais également aux effets sur le métabolisme interne du fruit qui peut avoir des répercussions importantes sur le stockage. La bibliographie consultée à ce sujet n'en fait aucunement état, bien que pour le seul bromure de méthyle préconisé pour ce traitement, il est bien connu, d'après l'expérience algérienne, qu'il détermine une accélération de maturation nuisible à la commercialisation de fruits tels prunes et pêches.

D'autre part, en raison de l'équipement existant actuellement dans de nombreux centres de production, et plus particulièrement dans les ports de nombreux pays méditerranéens, il paraît indispensable de connaître l'action des fumigants les plus actifs, sous vide partiel, méthode plus rapide que celle utilisant la pression atmosphérique et amenant une réduction des séquelles phytotoxiques tout en favorisant la pénétration des gaz insecticides à l'intérieur des fruits et, partant, l'action insecticide.

Il conviendrait également de vérifier, dans les conditions pratiques rencontrées dans le Bassin méditerranéen, l'action ovicide et larvicide des fumigants actifs, notamment celle du dibromure d'éthylène et du bromure de méthyle, considérés, jusqu'à présent, comme les meilleurs produits pour assainir les fruits contaminés par la cératite. La connaissance de ces qualités, et spécialement celle de la première, présente un intérêt primordial pour la garantie exigée de plus en plus par les pays importateurs.

Enfin, les résidus laissés par ces produits ou les combinaisons auxquelles ils peuvent se prêter, posent encore, pour la santé des consommateurs, un problème qu'il est nécessaire d'élucider avant de permettre la généralisation du procédé.

Il est évident que l'étude de ces questions exige un équipement spécial et que des équipes de chercheurs spécialisés sont nécessaires, mais outre que la plupart des pays visités les possèdent, du moins en partie, l'intérêt qui s'attache à cette recherche justifie largement l'effort financier qui pourrait en résulter.

Il faut tout de même préciser ici que si la destruction des œufs et larves de la cératite à l'intérieur des fruits commercialisés est de nature à donner tout apaisement, du point de vue phytosanitaire, aux pays importateurs désireux de se protéger contre le parasite, elle est loin de donner pleine satisfaction aux consommateurs, car les fruits contaminés par le parasite, à un stade avancé, demeurent inconsommables du fait de leur altération et de la présence de cadavres de l'ennemi à leur intérieur. Ce procédé doit donc être considéré comme complémentaire de l'action obtenue dans les plantations avant la récolte.

Lutte biologique

La lutte biologique présente aussi un intérêt très grand. Son étude implique un équipement particulier et des spécialistes éprouvés, mais ceci ne peut constituer un écueil sérieux dans le Bassin méditerranéen, où la plupart des pays en sont bien pourvus.

Les tentatives d'introduction de parasites de la mouche, effectuées en Italie, en Israël et plus particulièrement en Espagne, ont procuré, certes, des résultats assez peu encourageants, mais il convient de noter qu'elles sont déjà anciennes et antérieures à la découverte des auxiliaires qui paraissent les plus intéressants, en raison de leur intervention au stade œuf de la mouche, c'est-à-dire, à un stade qui se situe constamment à une très faible profondeur au-dessous de l'épiderme du fruit. La grosseur de ce dernier ne joue donc pas le même rôle que dans le cas des auxiliaires déjà expérimentés. Il serait donc souhaitable d'envisager dans l'avenir de nouveaux essais d'introduction en prenant, comme référence de départ, les résultats des travaux entrepris dans ce domaine aux îles Hawaï, travaux qui ont été couronnés d'un très beau succès, bien qu'ils n'aient pu encore dispenser entièrement de la lutte chimique.

La mise en application de cette lutte nécessite au préalable la fixation du lieu à retenir pour l'introduction des auxiliaires : à ce sujet, il faut rappeler que les spécialistes s'accordent généralement pour admettre que la réussite d'une telle opération est d'autant plus certaine que le climat de l'aire d'introduction est plus clément et qu'il est soumis à des variations moindres que celui du pays d'origine des insectes. Or, si le climat du littoral méditerranéen peut être considéré comme « tempéré », il est sujet à des variations beaucoup plus amples que le climat des îles Hawaï qu'il convient, pour l'instant, de prendre comme étalon de

doses and exposure necessary for the effective treatment of each species and variety of fruit under Mediterranean conditions. Although the trials carried out in Israel have led to industrial applications of the process, they are at the moment limited to certain varieties of oranges, and consequently offer only a partial solution of the problem. Moreover, since the tests were carried out under rather summary conditions, the guarantees which they offer may be open to question.

Far more accurate work has been carried out in Hawaii, and can serve as a starting point for large-scale experiments with the immediate object of determining levels of phytotoxicity and of destruction of eggs and larvae for the principal varieties of fruit grown and marketed in the Mediterranean area.

Phytotoxicity ought not to be limited solely to scald or surface blemishes but should include the effects on the internal metabolism of the fruit, which may seriously affect storage. Literature consulted on the subject makes no reference to this, although it is well known, from experiments in Algeria, that methyl bromide, the only one advocated for this treatment, accelerates ripening, which has a harmful effect on the marketing of fruit such as plums and peaches.

However, in view of existing equipment in numerous production centres and particularly in the ports of many Mediterranean countries, it seems essential to know the effect of the most active fumigants in a partial vacuum, a quicker method than with atmospheric pressure and one which reduces the phytotoxic residues while facilitating the penetration of the gases inside the fruit, and consequently the insecticidal action.

The ovicidal and larvicidal action of the active fumigants, in particular ethylene dibromide and methyl bromide, considered hitherto as the best products for decontaminating fruit infested by *Ceratitis*, should also be verified in the practical conditions encountered in the Mediterranean area. The knowledge of these qualities, and especially of the ovicidal power, is of capital importance in the light of the guarantees required more and more by importing countries.

Lastly, the residues left by these products or the chemical combinations to which they may give rise raise a consumer health problem which must be solved before the process can be put into general practice.

Obviously special equipment and teams of experts are required for this research, but apart from the fact that most of the countries visited possess these, at least in part, the importance of this research would amply justify the financial effort which might be required.

Nevertheless, it must be made clear that while the destruction of *Ceratitis* eggs and larvae inside the fruit marketed does give every reassurance, from the phytosanitary point of view, to countries wishing to protect themselves against the pest, it is far from being entirely satisfactory to the consumer, since fruit infested at an advanced stage remains unfit for consumption owing to injury and the presence of dead insects inside it. This method must therefore be considered as complementary to action in the plantations before picking.

Biological Control

Biological control is also of very great interest. Its study requires special equipment and experienced specialists, but this need not be considered a serious obstacle in the Mediterranean area where most of the countries are well provided.

It is true that attempts in Italy, Israel and, more particularly in Spain, to introduce parasites of the fruit fly have not produced very encouraging results, but it should be noted that these attempts are already several years old and were made before the discovery of what seem to be the most interesting parasites because they attack the fly in the egg-stage, i.e., when the pest is situated just beneath the skin of the fruit. The size of the fruit is therefore not so important as in the case of the parasites with which experiments were previously made. It would therefore be desirable to envisage further attempts at introduction in future, starting from the highly successful work carried out in this field in the Hawaiian Islands, although it has not yet been possible to dispense with chemical control entirely.

In applying biological control it is necessary to fix in advance the locality into which the parasites are to be introduced ; specialists are generally agreed that the operation is more likely to be successful if the climate of the introduction area is milder and less variable than than of the insect's country of origin. Although the climate of the Mediterranean seaboard can be considered " temperate ", it is subject to far greater variations than that of the Hawaiian Islands, which must be taken for the moment as the standard of comparison. Furthermore, in Summer it is subject to hot, dry winds which have a particularly strong

comparaison. De plus, il est soumis, en été, au souffle des vents chauds et secs, particulièrement actifs sur les auxiliaires. Dans ces conditions, il paraît prudent, à ce sujet, de s'inspirer de l'expérience espagnole et d'envisager comme point d'introduction de ces derniers, les îles Canaries. Celles-ci, bien qu'en dehors du Bassin méditerranéen, en sont suffisamment proches pour lui servir de relai en vue de procéder au test envisagé.

L'étude qui pourrait y être poursuivie permettrait d'arriver rapidement à connaître les possibilités d'adaptation des divers auxiliaires actuellement connus, au milieu qu'elles constituent, de procéder à la mise au point de leur élevage en masse et d'estimer leur degré d'efficacité dans des conditions plus voisines de celles rencontrées en Méditerranée que ne sont celles offertes par les îles du Pacifique.

D'autres contrées peuvent être également proposées ; il s'agit en particulier de la plaine du Souss au Maroc, de la Côte d'Azur, de divers points réputés pour la clémence de leur climat en Afrique du Nord, dans les péninsules ibérique et italienne, dans certaines îles de la Mer Égée, mais si un tel choix plaçait l'expérience dans le Bassin méditerranéen, il serait indiscutablement moins heureux que celui indiqué précédemment, en raison des extrêmes climatiques auxquels ils sont sujets en hiver ou en été. Ils paraissent davantage convenir comme lieux de deuxième étape.

Ce serait, par ailleurs, se leurrer que d'espérer voir les parasites de la cératite, actuellement connus, s'adapter sans aide aux climats méditerranéens, comme c'est le cas de quelques auxiliaires importés pour lutter contre d'autres ennemis des cultures et plus spécialement celui de *Rodolia cardinalis*. Il paraît plus judicieux de concevoir leur intervention sous la forme d'un procédé de forçage, impliquant leur élevage en insectaria pendant les périodes critiques afin de renouveler, chaque année, des lâchers importants dans les plantations à protéger. Considérée sous cet angle, la lutte biologique rompt avec la tradition qui semble s'être instaurée en Méditerranée. Elle devient une méthode, soumise à la concurrence des autres procédés, dont la mise en œuvre ne peut être envisagée que si, à efficacité égale, elle s'avère moins onéreuse. Sous cet aspect, elle perd évidemment sa qualité la plus appréciée des planteurs, mais elle demeure, pour ces derniers une arme qui n'est pas à négliger.

Conclusions

L'expérimentation des moyens de lutte à opposer à la mouche méditerranéenne a, dans tous les pays visités, fait l'objet de travaux importants. Les résultats obtenus, considérés comparativement, marquent cependant des différences sensibles quant à l'efficacité absolue obtenue. Cette efficacité est apparemment inférieure, pour les contrées à polyculture avec citrus, bénéficiant d'un climat tempéré chaud, sans températures excessives en été, où le parasite trouve des conditions favorables à sa multiplication pendant toute l'année et où cette multiplication ne marque qu'un simple ralentissement pendant la saison froide, d'ailleurs relativement courte.

Dans ces régions qui se situent sur le littoral des pays installés sur les rives méridionales de la mer Méditerranée, des insuccès plus ou moins partiels sont enregistrés à partir de la troisième pullulation de l'insecte, qui se produit après l'hiver, en raison de la sensibilité des fruits à protéger, de la rapidité d'évolution du parasite et de l'abondance croissante qu'acquièrent ses populations à cette époque, populations qui prennent naissance dans les cultures arrivées à maturité antérieurement et qui se déplacent rapidement en masse, dans un rayon non encore précisé, mais certainement important.

Dans ces mêmes régions, les résultats expérimentaux redeviennent satisfaisants à l'automne pour les fruits peu sensibles, tels notamment ceux des citrus qui n'ont pas encore atteint leur maturité physiologique.

Une seconde raison des différences constatées entre les renseignements expérimentaux a pour origine les variations des protocoles retenus par les divers chercheurs. Les recommandations formulées par l'OEPP après la Conférence tenue à Alger en janvier 1954, n'ont pas toujours été observées avec la rigueur nécessaire pour permettre des comparaisons fructueuses. Ces variations portent principalement sur les tests utilisés pour fixer le déclenchement des traitements, sur le rythme observé pour les traitements, sur l'emplacement des parcelles-témoins, sur la variation du nombre de pièges employés dans les parcelles lorsque le procédé est choisi pour apprécier l'efficacité en cours de traitement, sur le mode de prélèvement des échantillons servant à l'esti-

effect on the useful parasites. In these circumstances it seems advisable to be guided by Spanish experience and choose the Canary Islands as the introduction area. Although outside the Mediterranean Basin, they are sufficiently close to act as a relay for the proposed test.

The investigation which could be carried out there would soon make it possible to determine the prospects of adapting the known useful parasites to the environment, to develop their mass propagation and estimate their degree of effectiveness under conditions more similar to those encountered in the Mediterranean than are those of the Pacific Islands.

Other regions can also be suggested ; in particular the Souss Plain in Morocco, the Côte d'Azur and various places famous for the mildness of their climate in North Africa, the Iberian and Italian Peninsulas and certain islands in the Aegean ; but if the Mediterranean Basin were chosen for the experiment, the choice would certainly be less fortunate than the previous one, owing to its climatic extremes in Winter and Summer. The above districts seem more suitable for the second stage.

But it would be over-optimistic to hope that the parasites of *Ceratitis* would adapt themselves unaided to Mediterranean climates as is the case with certain other parasites imported to control other crop pests, especially *Rodolia cardinalis*. It seems more prudent to consider their intervention as a kind of forcing process, involving breeding in insectaria during the critical periods so that large numbers can be released each year in the plantations to be protected. Viewed from this angle, biological control breaks with the apparently established Mediterranean tradition. It becomes one method among other methods, only to be contemplated if it proves less costly and equally effective. From this angle it loses the quality most appreciated by growers but it remains a weapon which they should not neglect.

Conclusions

Extensive work has been done in all countries visited on methods of controlling the Mediterranean fruit fly. The results when compared show appreciable differences in the absolute efficiency obtained. This efficiency seems to be lower in districts engaged in polyculture with citrus, which enjoy a warm temperate climate without excessively high temperatures in Summer, where the pest finds conditions favouring its multiplication all the year round and where its multiplication only slows down during the relatively short cold season.

In those districts which lie along the south Mediterranean seaboard, more or less partial failures have been recorded as from the third attack, which takes place after the Winter ; this is due to the susceptibility of the fruit to be protected, the rapidity of the pest's evolution and the increasing density of infestation at this time, as populations born in previously ripened crops move rapidly in large numbers over an area not yet defined but certainly extensive.

Experimental results in the same districts become satisfactory again in the Autumn in the case of relatively unsusceptible fruit, in particular citrus, which has not yet reached physiological maturity.

A second reason for the differences recorded between various experimental data lies in the variations in the experimental methods followed by the various research workers. The recommendations formulated by EPPO after the Algiers Conference of January, 1954, have not always been observed as strictly as is necessary to permit useful comparisons. The variations are mainly in the tests used to determine the beginning of treatment, the timing of the treatment, the location of control plots, the variation in the number of traps on these plots when the process is used for checking effectiveness during treatment, the sampling method used in estimating the results at picking-time, etc. Again, if the species of fruit tested are known, the varieties are

mation des résultats à la récolte, etc. D'autre part, si les espèces fruitières éprouvées sont connues, il n'en est pas de même des variétés qui, pourtant, peuvent influencer les résultats en raison de leur sensibilité au parasite. Enfin, certaines expérimentations tiennent compte des réglementations limitant l'application des substances insecticides alors que d'autres se poursuivent jusqu'à la récolte et quelquefois même jusqu'après la première cueillette.

Il est évident qu'il est difficile d'appliquer dans toutes les régions méditerranéennes un protocole d'expérimentation rigoureusement identique, mais la comparaison des résultats serait simplifiée si un effort d'harmonisation était réellement tenté, compte tenu des climats, des espèces fruitières, des époques de maturité. D'autre part, il paraît nécessaire d'envisager des protocoles différents selon que les pays se trouvent au sud ou au nord de la Méditerranée, et également pour les arbres fruitiers à noyau et pépins, d'une part, et citrus d'autre part. Ainsi envisagée, l'expérimentation arriverait rapidement à fournir les renseignements nécessaires à l'établissement des programmes de vulgarisation.

Des remarques sont également à faire au sujet des méthodes de protection expérimentées. Tous les pays visités se sont surtout efforcés de procéder à la mise au point des méthodes chimiques et plus particulièrement, celles utilisant les pulvérisations insecticides, surtout dans le but de comparer l'efficacité absolue des nombreuses substances organo-synthétiques livrées par le commerce. Les autres procédés ont été, ou écartés, ou pris en considération dans une très faible mesure, bien que certains d'entre eux, tels l'échelonnement de la production, les méthodes culturales, physiques ou biologiques qui, malgré leur intérêt secondaire, ne sont pas moins susceptibles d'apporter une aide importante à la protection, ne serait-ce qu'en limitant les interventions chimiques et, partant, les prix de revient.

Il est également à noter que l'expérimentation des procédés chimiques se borne dans la plus large mesure aux méthodes généralement employées pour combattre les insectes nuisibles à l'agriculture, sans tenir suffisamment compte de la nature particulière du parasite en cause et des exigences phytosanitaires appliquées aux échanges. C'est ainsi que l'étude des attractifs et celle de l'efficacité des appâts toxiques ne font l'objet que de timides essais alors que certains grands pays agricoles extra-méditerranéens, contaminés par la cératite ou d'autres trypétidés, s'en préoccupent activement et orientent actuellement la protection de leurs plantations en fonction des résultats acquis dans ce sens.

De même, la recherche des moyens permettant la désinsectisation des fruits récoltés et destinés à l'exportation est à peine ébauchée alors qu'elle s'impose en raison des restrictions de plus en plus nombreuses et sévères appliquées par les pays importateurs aux fruits originaires des contrées contaminées par la cératite.

En définitive, si les travaux entrepris dans les pays méditerranéens en vue de neutraliser la mouche méditerranéenne des fruits sont importants et d'un intérêt élevé, leurs résultats sont encore insuffisamment complets pour qu'il soit permis d'en déduire les méthodes de protection d'efficacité certaine, dans toutes les situations rencontrées par les plantations fruitières. Leur poursuite doit donc être encouragée, mais pour que les efforts à venir puissent apporter rapidement une solution convenable au problème posé par le parasite, il paraît souhaitable que les chercheurs intéressés acceptent et participent à un programme commun de recherches dont l'établissement pourrait être confié à un organisme international spécialisé et qui aurait également la charge d'assurer la répartition des travaux reconnus nécessaires entre les expérimentateurs, selon l'équipement dont ils disposent, de définir les liaisons éventuellement utiles et de centraliser et analyser les résultats obtenus.

not, and yet their susceptibility to the pest may influence the results. Finally, some experiments take account of the regulations limiting the application of insecticidal substances while others continue right up to picking-time and sometimes even after the first fruit has been picked.

Obviously it is difficult to apply strictly identical experimental methods in all Mediterranean areas, but a genuine effort at harmonisation, taking into account climate, species of fruit and ripening periods would make it far easier to compare results. It also seems necessary to envisage different methods in countries on the north and south shores of the Mediterranean and for stone and pome fruit, on the one hand, and citrus on the other. In this way experiments would soon provide the necessary information for drawing up advisory programmes.

The methods of protection tested also call for some comment. All countries visited have endeavoured above all to develop chemical methods, and more particularly those using insecticidal sprays, with the object of comparing the absolute effectiveness of the numerous synthetic organic products found on the market. Other methods have either been discarded or given very scant attention, although some of them, e.g. staggered production and cultural, physical or biological methods, although of secondary interest, can none the less be of considerable assistance in protection, if only by limiting the number of chemical treatments, and consequently costs.

It should also be noted that experiments with chemical methods are mainly limited to controlling insects harmful to agriculture, without taking sufficient account of the nature of the pest in question and the phytosanitary requirements relating to trade. Thus only desultory trials have been made with attractants and toxic baits, whereas certain large agricultural countries outside the Mediterranean, attacked by *Ceratitis* or other Trypetidae, are actively engaged in such research and are at present directing their protection policy on the lines of the results achieved.

Similarly, scarcely any research has been done on methods of disinfesting picked fruit intended for export, whereas this is essential in view of the increasingly numerous and severe restrictions imposed by importing countries on fruit from *Ceratitis*-infested countries.

In short, while the work undertaken in the Mediterranean countries with the object of controlling Mediterranean fruit fly is extensive and of great interest, the results are still not sufficiently complete to make it possible to deduce methods of sure protection in all circumstances arising in fruit plantations. Further work must therefore be encouraged, but if future efforts are to provide a rapid and reasonable solution to the problem raised by the pest, it seems desirable that the research workers concerned should accept and take part in a joint research programme, which might be drawn up by a specialised international organisation. This body would also be responsible for distributing the necessary work among the experimenters according to their available equipment, defining any useful liaisons, and centralising and analysing the results obtained.

ANNEXE A — APPENDIX A

Personnalités et établissements visités
Persons and Establishments Visited

Libye-Libya (26-29/11/54).

MM. Taylor, chef de la Mission FAO en Libye.
Power, résident général de la Mission des Nations Unies en Libye.
Lecety, directeur du département de l'Agriculture en Tripolitaine.
di Canano, chef de la section des forêts du département de l'Agriculture en Tripolitaine.
Rascovich, expert FAO en Marketing.
Martin, Mission FAO, Tripoli (spécialiste de la mouche des fruits).

Parcelles expérimentales de Sidi Mesri, Taguira, Zanzer et Gargaresse.

Israël (30/11-7/12/54).

MM. Avidov, Division d'entomologie, Station de recherches agricoles à Rehovot.
le prof. Bodenheimer, Jérusalem.
Gorr, Jérusalem.
Gruenberg, Service de la protection des végétaux.
Krauss, directeur de l'École de Mikveh.
Marcus, inspecteur des exportations.
Natel-Schiffman, Division de phytopathologie, Station de recherches agricoles de Rehovot.
Peleg, Station de recherches agricoles de Rehovot.
Peretz, chargé des cultures potagères et de la vigne au Service de la protection des végétaux.
Rapoport, chargé de la viticulture.
Rivnay, Station de recherches agricoles de Rehovot.
Reichert, Station de recherches agricoles de Rehovot.

Collège d'agriculture et Station de recherches agricoles de Rehovot.
École d'Agriculture de Mikveh.
Tnuva Coop.
Pardess Coop.
Plantation expérimentale de citrus (Xyloporose) de l'École de Mikveh.

Grèce-Greece (9-14/12/54).

MM. Ayoutantis, directeur du Service phytopathologique au Ministère de l'Agriculture.
Sareyanni, directeur de l'Institut phytopathologique de Benaki.
Kortzas, entomologiste à l'Institut phytopathologique de Benaki.
Tskalis, directeur de l'Agriculture (Crête).
Michelioudakis, directeur de l'Agriculture du département de la Canée.
Manolikakis, ingénieur agricole de la Direction de l'Agriculture du département de la Canée.

Institut phytopathologique de Benaki.
Parcelles à Perivoilla et Armenovs en Crête.
Parcelles à Argos et Naupli dans le Péloponnèse.

Sardaigne-Sardinia (15-19/12/54).

M. Boselli, directeur de l'Observatoire phytopathologique à Cagliari.

Parcelles, orangeries et pêcheraies aux environs de Cagliari.

France (23-27/8/55).

M. Dumas, chef du Service de la protection des végétaux au Ministère de l'Agriculture à Paris.
Mme Guennelon, assistante de l'INRA à Mont-Favet (Avignon).

Station de la Recherche agronomique à Mont-Favet (Avignon).
École nationale d'agriculture de Montpellier.

Espagne-Spain (28/8-4/9/55).

MM. Benlloch, Station centrale de phytopathologie agricole, Madrid.
del Canizo, Station centrale de phytopathologie agricole, Madrid.
Herero, directeur de la Station de Burjasot (Valence).
Planes Garcia, ingénieur de l'Institut national de Recherches agronomiques à Burjasot (Valence).
Canamas, ingénieur de l'Institut national de Recherches agronomiques à Burjasot (Valence).

Institut agronomique de Madrid.
Station phytopathologique du Levant, Burjasot.

Portugal (5-9/9/55).

MM. Aranha, chef du Service de la protection des végétaux, Lisbonne.
Pereira Gomes, chef de la Section phytosanitaire du Service de la protection des végétaux, Lisbonne.

Service de la protection des végétaux.

Maroc-Morocco (9-13/9/55).

MM. Bouhélier, chef de Mission horticole, Casablanca.
Perret, chef du Service de la défense des végétaux, Rabat.

Tunisie-Tunisia (26-27/6/55).

MM. Valdeyron, chef du Service botanique et agronomique à Tunis.
Delanoue, entomologiste au Service botanique de Tunis.

Station du Service botanique à Tunis (Ariana).

ANNEXE B — APPENDIX B

Bibliographie — Bibliography

ALIBERT, H., **1949.** — Lutte contre la mouche des fruits. *Fruits et Primeurs de l'A. N.* nº 204 : 236-237.

ANON., **1950.** — Oriental fruit fly control plans formulated. *Citrus Leaves* **29** (12) : 20, 22.

————, **1952.** — Hawaii test area for control of oriental fruit fly. *Citrus Ind.* **33** : 8.

————, **1952.** — Fruit fly fumigation treatments offer possibilities of freer dispatches from infested areas. *Citrus News* **28** (5) : 71.

————, **1954.** — Lutte contre les mouches des fruits. L'usage des pulvérisations-appâts est une technique prometteuse. *Terre Marocaine* nº 290 : 15.

————, **1955.** — Le travail d'éradication se poursuit sur la mouche mexicaine des fruits. *Calif. Citrogr.* **40** (9) : 355.

————, **1955.** — La mouche des fruits. Mesures de lutte et d'hygiène des vergers prescrites dans la loi N. S. W. sur les maladies des plantes. *Citrus News* **31** (9) : 112.

ARMITAGE, H. M., **1949.** — The Oriental fruit fly from the Mainland viewpoint. *J. Econ. Ent.* **42** (5) : 713-716.

AVIDOV, Z., **1950.** — Occurrence of Mediterranean fruit fly in a plum orchard at Mikveh Israel, 1945-1949. *Ktavim* **1** : 233-243.

————, Z., **1953.** — Preliminary experiments in controlling the Mediterranean fruit fly by dieldrin. Agr. Res. Station Rehovot Israel Bull. no. 59.

———— & SWIRSKI, E., **1952.** — Laboratory tests on the effect of chlorinated hydrocarbon compounds on the Mediterranean fruit fly. *Ktavim* **2-3** : 191-197.

———— & ————, **1953.** — Further experiments in controlling the Mediterranean fruit fly on peaches. (Agr. Res. Station Rehovot Israel) Bull. no. 59 : 1-8.

———— & BEN HAIM, **1953.** — Experiments in controlling the Mediterranean fruit fly on plums at Mikveh Israel. Agr. Res. Station Rehovot Israel Bull. no. 59.

BACK, E. A. & PEMBERTON, C.E., **1918.** — The Mediterranean fruit fly. Bull. U. S. A. Dept Agric. nº 640.

BALACHOWSKY, A., **1932.** — La mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.) Publ. Minist. Agric., Imprimerie Nationale, Paris.

————, **1937.** — La mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.). *Cultures Modernes,* avril.

————, **1950.** — La mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.) est-elle originaire de l'Afrique tropicale ? *Fruits d'Outre-Mer* **5** : 319-324.

————, **1951.** — La lutte contre les insectes. Payot, Paris.

———— & MESNIL, L., **1935.** — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées : 242-253. Paris.

BALLARD, E., **1933.** — Trapping the Mediterranean fruit fly. *Bull. Soc. Roy. Ent. Egypte,* fasc. 1-3 : 8-13.

BALOCK, J. W., **1951.** — Ethylene dibromide for destroying fruit fly infestation in fruit and vegetables. *Science* **114** : 122.

BENAS, G. & TARGE, A., **1956.** — La mouche des fruits en 1955. *Phytoma* nº 74 : 16.

BENLLOCH, M., **1934.** — Experiencias de desinfeccion de fruitas por el calor. *Boll. Pat. Veg. Ent. Agric.* **7** (27-30) : 81-90.

BODENHEIMER, F. J., **1924.** — On predicting the development cycles of insects. I. *Ceratitis capitata* Wied. *Bull. Soc. Roy. Ent. Egypte* **2-4** : 149-157.

————, **1938.** — Citrus-cultivation and citrus-entomology in Malta. *Haddar* **9** (10).

————, **1951.** — Citrus entomology in the Middle East.

BOHORQUEZ, R., **1940.** — Experiencias de lucha contra la mosca del olivo *(Dacus oleae)* por medio de sustancias attrativas. Institutas nacional de investigaciones agronomicas, Madrid.

BORG, **1935.** — Report of plant pathology. *Rep. Dpt. Agric. Malta* (1933-34) : 477.

BOUHÉLIER, H., DE FRANCOLINI, J. & PERRET, J., **1935.** — Essais d'attractifs pour la destruction de *Ceratitis capitata* Wied. *Rev. Zool. agric. et appl.* **34** (10) : 149-152.

———— & FOURY, A., **1936.** — Contribution à l'étude des appâts dans la lutte contre la cératite (*Ceratitis capitata* Wied.). *Revue Zool. agric. et appl.* **35** (4) : 49-63.

BUA, G., **1934.** — Risultati di alcuni esperimenti con varie sostanze per catturare *Ceratitis. Ann. del R. Istituto sup. agr. di Portici* (Serie III) **6** : 116-145.

————, G., **1935.** — Seconda serie di esperimenti con sostanze attrative per la mosca delle frutta. *Bol. Lab. Zool. gen. ed agr. del R. Instit. sup. agr. di Portici* **28** : 296-308.

BUREAU DE LA DÉFENSE DES VÉGÉTAUX DU GOUVERNEMENT CHÉRIFIEN, **1940.** — La mouche des fruits, *Ceratitis capitata* Wied. Memento nº 5, 5e éd.

CLAUSEN, C. P., **1940.** — Entomophagous insects. New York.

COSTANTINO, G., **1929.** — La mosca delle frutta. R. Lab. di Ent. agr. presso il R. Istit. sup. agr. di Portici. Circ. nº 6.

————, **1930.** — Contributo alla conoscenza della mosca delle frutta (*Ceratitis capitata* Wied.), diptera trypaneidae. *Bol Lab. Zool. gen. ed agr. del R. Istit. sup. agr. di Portici* **23** : 237-322.

————, **1952.** — La lutte contre la mouche des fruits. *Fruits et Primeurs de l'A. N.* nº 236 : 201.

————, **1954.** — Stato attuale della lotta artificiale contro la mosca delle frutta. *Ann. della sperimentazione agraria* (N. S.) **8.**

COURANJOU, A., **1938.** — La lutte contre la mouche de l'orange. Une nouvelle méthode, des résultats très encourageants. *Agria,* déc.

CUSCIANA, N., **1922**. — Osservazioni sull' attrazione esercitata degli odori sugli insetti. *Bol. Lab. Zool. gen. ed agr., R. scuola sp. d'agr. Portici* **15** : 226-253.

DALMAYER, W. H. M., **1952**. — Results obtained with aldrin and dieldrin against the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wied.) in peach orchards in France. Recueil des résumés des communications présentées au IIIe Congrès International de Phytopharmacie **2** : 267-274.

DELANOUE, P., **1951**. — Encore la cératite. *Feuille d'inf. vitic. et arboric. de Tunisie* nº 24 : 8-18.

———— & SOURES, B., **1953**. — Contribution à l'étude biologique de la mouche méditerranéenne des fruits. *C. R. Acad. agric. France* **39** (2) : 63-66.

DEL CANIZO, J., **1952**. — La mosca de las frutas. Ministerio de agricultura, Hojas divulgadoras, Madrid, déc.

DELMAS, H. G., **1953**. — Essai de lutte chimique contre *Ceratitis capitata* Wied. *C. R. Acad. agric. France* **39** (7) : 394-397.

———— & THERMES, R., **1953**. — Essais de destruction de *Ceratitis capitata* Wied. pendant sa vie hypogée. *C. R. Acad. agric. France* **39** (4) : 222-226.

DEPARTMENT OF AGRICULTURE, UNION OF SOUTH AFRICA, **1915**. — The Mally fruit fly remedy. No. 83.

————, **1930**. — Fruit fly traps. No. 74.

————, **1931**. — New chemicals for attracting the fruit fly. No. 44.

EBELING, W., **1950**. — Subtropical entomology. San Francisco.

FÉRON, M., **1952**. — Observations sur le parasitisme de *Ceratitis capitata* Wied. dans le Souss marocain. *Rev. pathol. vég. et ent. agr. France* **31** (2) : 99-102.

————, **1952**. — La mouche méditerranéenne des fruits.

FRÉZAL, P., **1949**. — Résultats d'observations et d'essais concernant la mouche de l'orange. *C. R. Acad. agric. France* **35** (11) : 463-466.

————, **1951**. — Nouvelles observations sur le comportement de la mouche méditerranéenne dans les orangeries et les moyens de l'y combattre en automne. *C. R. Acad. agric. France* **37** (1) : 59-63.

————, **1953**. — État actuel de la lutte contre la cératite. C. R. Congrès pomologique d'Alger : 49-80.

———— & GERBINOT, B. — Observations et résultats d'essais de lutte contre la mouche de l'orange en 1951-52.

FONSECA & AUTUORI, M., **1940**. — Processos de criaçao da *Vespinha africana* parasitica da mosca do mediterraneo. *Biologico* **6** (12) : 345-351.

GOMEZ CLEMENTE, F., **1930**. — Contra la mosca de las frutas. *Cultivator modernoa*, juillet.

————, **1932**. — Un ensayo de lucha biologica contra la *Ceratitis capitata* en Valencia. *Bol. pat. veg. y ent. agr.* **6** : 80-89.

————, **1933**. — Los parasitos de la *Ceratitis capitata* Wied. Nuevos ensayos de importacion y acclimatacion. *Bol. pat. veg. y ent. agr.* **7** : 69-79.

————. — Experiencias de lucha contra la *Ceratitis capitata* Wied. con cazomoscas de vidrio. VIº Congresso internacional de Entom. Madrid, 6-12 sept. 1935.

————, **1948**. — Experiencias sobre el empleo del DDT contra la mosca de las frutas (*Ceratitis capitata* Wied.). *Bol. pat. veg. y ent. agr.* **16** : 253-272.

————. — La moscas de las frutas. Notice de la Estacion de fitopatologia agricola de Levante, Burjasot, Valencia.

———— & BELLOD, M., **1945**. — Duración del poder atrayente que sobre el *Dacus oleae* Rossi ejercen las soluciones de fosfato amonico. *Bol. pat. veg. y ent. agr.* **13** : 199-208.

———— & ————, **1946**. — Duración del poder atrayente que sobre el *Dacus oleae* Rossi ejercen las soluciones de fosfato amonico. Segundo ano de esperiencias. *Bol. pat. veg. y ent. agr.* **14** : 217-224.

———— & PLANES GARCIA, S., **1952**. — Experiencias de luchas contra la *Ceratitis capitata* en melocotoneros por medio de mosqueros y pulverizaciones con insecticidas organicos clorados. *Bol. pat. veg. y ent. agr.* **19** : 107.

———— & ————, **1952**. — Algunas no as sobre la ecologia de *Ceratitis capitata* en el Levante espanol sobre naranjos. *Bol. pat. veg. y ent. agr.* **19** : 37.

GRISON, P., FÉRON, M. & SACANTANIS, K., **1950**. — Développement de la mouche des fruits, *Ceratitis capitata* Wied., en milieu nutritif synthétique. *C. R. Acad. Sciences* **231** : 996-998.

HAMAL BEY, M., **1951**. — Biological control projects in Egypt, with a list of introduced parasites and predators. *Bull. Soc. Fouad Ier Ent.* **35** : 205-220.

HANNA, A. D., **1947**. — Studies on the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* Wied. *Bull. Soc. Fouad Ier Ent.* **31** : 251-255.

HAYWARD, K. J., **1947**. — Criaçao da vespinha africana no instituto biológico. *Biológico* **13** : 147-156.

HINMAN, F. G., **1954**. — Expériences de triage des composés utilisés comme fumigants pour les œufs et les larves de la mouche orientale des fruits. *J. Econ. Ent.* **47** (4) : 549.

JARVIS, H., **1931**. — Experiments with a fruit fly lure. *Queensland Agr. J.* **35** : 485-491.

KLEIN, H. Z., **1937**. — Factors producing culls in oranges. *Haddar* **10** (10).

————, **1938**. — The Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wied.) in the Coastal Plain. *Haddar* **11** (7).

LEMAISTRE, J., **1948**. — La lutte biologique contre la mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.) aux îles Hawaii et au Brésil. Moyens employés en Argentine. *Fruits d'outre-Mer* **3** : 369-375.

LEPINEY, J. DE & MIMEUR, **1932**. — *Mémoires Soc. Sciences Nat. au Maroc* **31**.

LESPES, L., **1953**. — Comparaison de plusieurs procédés de lutte contre la cératite sur clémentiniers en 1949. *Terre Marocaine* nº 289 : 422.

LINDGREN, D. L. & SINCLAIR, W. B., **1951**. — Tolerance of citrus avocado fruits to fumigants effective against the Oriental fruit fly. *J. Econ. Ent.* **44** (6) : 990-999.

——— & ———. **1952**. — Fumigating citrus and avocados against Oriental fruit fly. *Cal. Citrogr.* **37** : 97, 118. Cf. *Citrus Leaves* **32** (1) : 18-20.

McPHAIL, M., **1939**. — Protein lure for fruit flies. *J. Econ. Ent.* **32** : 758-761.

MARTELLI, G. M., **1938**. — La protezione delle arance dalla *Ceratitis capitata* Wied. *Agric. Iibica* : 261-265 (juin).

———, **1939**. — La protezione delle arance dalla *Ceratitis capitata* Wied. II. Esperienze col. cellophane. *Ann. del Centro sperimentale agr. e zootecnico della Libia,* publ. nº 4, vol. I.

———, **1939**. — Un nuovo metodo di lotta contre la *Ceratitis capitata* Wied ? *Ann. del Centro sperimentale agr. e zootecnico della Libia,* publ. nº 6, vol. I.

———, **1939**. — Nuovi orientamenti nelle lotta contro il *Dacus oleae* e la *Ceratitis capitata* Wied. *Ann. del Centro sperimentale agr. e zootecnico della Libia,* publ. nº 12.

———, **1940**. — La protezione degli agrumi della *Ceratitis capitata* Wied. Ulteriori esperienze col. cellofane. *Ann. del Centro sperimentale agr. e zootecnico della Libia,* publ. nº 22, vol. III.

——— **1947**. — Nuovi frutti ospiti della *Ceratitis capitata* Wied. in Italia. *Redia* **32** : 115-118.

MARTIN, H., **1950**. — Note préliminaire sur le comportement de *Ceratitis capitata* Wied. dans la région algéroise (Dipt. trypetid.). *Mitt. Schw. entom. Ges.* **23** (2) : 120-124.

———, **1952**. — Observations et essais de traitements contre *Ceratitis capitata* Wied. en Provence. *Rev. pat. vég. et ent. agric. France* **31** (1) : 52-62.

———, **1953**. — Observations sur les attaques de la mouche des fruits sur agrumes pendant la saison 1952-1953 en Tripolitaine. *Bul. phytosanitaire FAO* (juin).

———, **1953**. — Contribution à l'étude de la mouche des fruits *(Ceratitis capitata)* dans la région d'Alger. *Rev. pat. veg. et ent. agr. France* **32** (4) : 209-246.

———, **1954**. — Observations phytosanitaires en Cyrénaïque et projet pour un programme de travail en protection des plantes. *Bul. phytosanitaire FAO* (mai).

———. — *Ceratitis capitata* Wied. Campagne 1949-50, La Trappe, 1950. *(Inédit.).*

———. — *Ceratitis capitata* Wied. Campagne 1950-51. *(Inédit).*

——— & ALIBERT, H., **1951**. — Observations sur *Ceratitis capitata* Wied. en Algérie et résultats obtenus sur agrumes dans la lutte contre cet insecte. *C. R. Acad. agr. France* **37** : 129-131.

MARUCCI, P. E. & CLANEY, D. W., **1950**. — The artificial culture of fruits flies and their parasites. *Proc. Hawaiian Ent. Soc.* **14** (1) : 163-166.

MASON & McBRIDE, **1934**. — Effets des basses températures sur *Ceratitis capitata* Wied. dans les fruits attaqués. *J. Econ. Ent.* **27** (5) : 897-902.

MESSENGER, P. S. & FLITTERS, N. E., **1954**. — Études bioclimatiques sur trois espèces de mouches des fruits à Hawaii. *J. Econ. Ent.* **47** (5) : 756-765.

MELIS, A., **1935**. — La mosca delle frutta (*Ceratitis capitata* Wied.) in Toscana. Risultati di alcuni experimenti di lotta contro di essa. *Bol. Note di frutti cultura* nºs 1, 2, 3.

MONFORT, H., **1955**. — La cératite ou mouche des fruits. *C. R. Soc. Sc. Nat. et Phys. du Maroc* nº 2.

MURBACH. — Note du 10 novembre 1947. *(Inédit.)*

MYBURGH, A. C. & STUBINGS, W. A. K., **1953**. — Lutte contre les mouches des fruits. *Rev. Agr. de l'A. N.* nº 1779 : 1.000.

NEL, R. G., **1936**. — The utilisation of low temperature in the sterilisation of deciduous fruit infested with immature stages of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wied.). *Dept. of Agr. and Forestry, Union of South Africa Science Bull.* nº 155.

NEWMANN, L. J. & O'CONNOR, B. A., **1931**. — La mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.). Nouvelle série d'expériences pour l'attirer et la détruire. *J. Agr. Western Australia* (Série 2) **8** : 316-318.

——— & ———, **1934**. — La mouche des fruits. *Petite Revue* nº 946. Suppt.

PAGLIANO, T., **1927**. — La *Ceratitis capitata* Wied. *Tunisie Agr.* (juin).

———, **1934**. — La mouche des fruits, fléau de l'arboriculture fruitière en Tunisie. *Tunisie Agr.* **35** (7) : 93-126.

PEMBERTON & WILLARD, **1918**. — Interrelations of fruit fly parasites in Hawaii. *J. Agr. Res.* **12** : 285-296.

PERRET, J. C., **1950**. — Lutte contre la cératite. Essais sur les propriétés physiques des pulvérisations. Appâts toxiques. *Terre marocaine* nº 253 (déc.).

PUSSARD, R. **1950** — A propos de la mouche noire des figues (*Lonchea aristella* Beck). *C. R. Acad. Agr. France* **36** : 144-145.

RICHARDSON, C. H., **1916**. — The attraction of diptera by ammonia. *J. Econ. Ent.* **9** : 408-413.

RICHARDSON, H. H., **1952**. — Ethylene dibromide fumigation of mangoes and almindres infested with *Anastrepha* fruit flies. *J. Econ. Ent.* **45** (3) : 541-543.

RIPLEY, L. B. & HEPBURN, G. A., **1929**. — A new olfactometer successfully used with fruit flies. *Union of South Africa Dpt. of Agr. Ent. Memoirs* nº 6 : 55-74.

——— & ———, **1929**. — Studies on reactions of the Natal fruit fly to fermenting baits. *Union of South Africa Dpt. of Agr. Ent. Memoirs* nº 6 : 19-54.

RIPLEY, L. B. & HEPBURN, G. A., **1930**. — Fruit fly traps. *Farming in South Africa* nº 74.

——— & ———, **1935**. — Olfactory attractants for male fruit flies. *Union of South Africa Dpt. of Agr. Ent. Memoirs* nº 9 : 3-19.

——— & ———, **1936**. — Fruit fly in citrus. Results with sodium fluosilicate baits. *Union of South Africa Dpt. of Agr. Science Bull.* nº 153.

——— & ———, **1940**. — The wintering of the Natal fruit fly. *Farming in South Africa.* nº 89 (déc.).

RIVEROS, J. E., **1947**. — La mouche des fruits, lutte naturelle. *Fruits et primeurs de l'A. N.* : 265-266.

RIVNAY, E., **1950**. — The Mediterranean fruit fly in Israel. *Bull. Ent. Res.* **41** : 321-341.

———, **1954**. — La mouche méditerranéenne des fruits. Etudes sur les toxiques, les migrations en masse et la lutte en Israël. *Ktavim* **4** (4) : 3-38.

———, NADEL, M. & LITTAUER, F., **1938**. — The reaction of the orange fruit to the autumn attack of the Mediterranean fruit fly... *Haddar.*

ROAN, C. C., **1952**. — Marquage des mouches orientales des fruits avec du phosphore radioactif pour les études des mouvements sur le terrain. *J. Econ. Ent.* **45** (5) : 826.

SACANTANIS, K., **1952**. — Études et observations sur les substances attractives pour *Ceratitis capitata. C. R. Acad. Agr. France* **38** : 53-55.

———, **1955**. — La forêt d'Aganier, le plus grand foyer naturel de la mouche des fruits existant au Maroc. *C. R. Soc. Sc. Nat. Phys. Maroc* **2** : 51-52.

SELTZER, P., SASSENE, A., GRANJEAN, A., AUBERTY, R. & FOUREY, A., **1946**. — Le climat de l'Algérie. Alger.

SHAW, J. G., **1955**. — Pulvérisations d'appâts empoisonnés contre la mouche mexicaine des fruits. *Calif. Citrogr.* **40** (5) : 188.

——— & F.-LOPEZ, D., **1954**. — Le dibromure d'éthylène comme fumigant pour les mangues infestées par la mouche mexicaine des fruits. *J. Econ. Ent.* **47** (5) : 891.

SICARD, H., **1932**. — A propos de la lutte contre la mouche des fruits. *Prog. Agr. et Vit.* nº 28.

SINCLAIR, W. B. & LINDGREN, L., **1955**. — Stérilisation par la vapeur chaude des fruits d'agrumes et d'avocats de Californie contre les mouches des fruits. *J. Econ. Ent.* **48** (2) : 133-138.

SMITH, H. S., **1950**. — Organization and objectives of the fruit fly work in Hawaii. *Calif. Citrogr.* **35** : 99, 128-129.

STEINER, L. F., **1952**. — Methyl eugenol as an attractant for Oriental fruit fly. *J. Econ. Ent.* **45** (2) : 241-248.

STEINER, L. F., **1952**. — Lutte contre la mouche des fruits à Hawaii avec des pulvérisations d'appâts empoisonnés contenant des hydrolysats de protéines. *J. Econ. Ent.* **45** : 838.

———, **1954**. — Lutte contre la mouche des fruits à Hawaii par des pulvérisations empoisonnées. U. S. D. A. Agricultural Research Service, déc.

——— & HINMAN, F. G., **1952**. — Field tests of insecticides for control of Oriental fruit fly. *J. Econ. Ent.* **45** : 388-395.

STRONG, **1935**. — Rapport du Chef du Bureau d'Entomologie, 1934. R. A. E. : 379.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, **1952**. — Baiting Oriental and Mediterranean fruit fly. *B. E. P. Q. Bull.* (mai).

VAN DEN BOSCH, R., BESS, H. A. & HARAMOTO, F. H., **1951**. — Status of Oriental fruit fly parasites in Hawaii. *J. Econ. Ent.* **44** (5) : 753-759.

——— ,——— & ———, **1952**. — Oriental fruit fly parasites in Hawaii. *Cal. Citrogr.* **37** : 349, 352.

VIEIRA, R. M. S., **1952**. — A mosca da fruta na ilha da Madeira. Ediçao de Grémio dos exportadores de frutas e produtos horticalas da ilha de Madeira.

WIESMANN, R., **1944**. — Untersuchungen über das Anködern der Kirschfliege *(Rhagoletis cerasi* L.). *Landw. Jahrb. Schweiz* **58** (9) : 803-840.

WILLARD, H. F. & BISSELL, T. L., **1926**. — Work on parasitism of the Mediterranean fruit fly in Hawaii. *J. Agr. Res.* **33** : 9-13.

——— & ———, **1930**. — Parasitism of the Mediterranean fruit fly in Hawaii, 1922-1924. U. S. Dpt. of Agr. Circ. no. 109.

——— & MASON, H. C., **1937**. — Parasitization of the Mediterranean fruit fly in Hawaii, 1914-1933. U. S. Dpt. of Agr. Circ. no. 439.

ZOCCHI, R., **1954**. — La lotta contro la mosca delle frutta (*Ceratitis capitata* Wied.) e contro l'autonomo del melo *(Anthonomus promorum L.).* Stazione di entomologia agraria, Firenze, Nota pratica nº 26.

HEMMERLÉ, PETIT & Cie
2, 4 et 4 *bis*, rue de Damiette
PARIS-2e
2148-1-57.

QUELQUES PUBLICATIONS DE L'OEPP

Rapports des Groupes de travail et Conférences techniques

— *sur les ennemis récemment introduits en Europe. — 20 p. (1952).*
— *sur les ennemis des agrumes et des autres cultures méditerranéennes. — 24 p. (1952).*
— *sur la lutte contre le rat musqué : 3e Conf. intern. (Munich), 16 p. (1953). — 4e Conf. intern. (Gembloux), 20 p. (1955). — Fr. 100.*
*— *sur la conservation des denrées alimentaires en magasin. — 44 p. (1953). — Fr. 200.*
— *sur la mouche méditerranéenne des fruits (1re Conf. intern.). — 28 p. (1954). — Fr. 100.*
— *sur les maladies transmises par les semences. — 32 p. (1954). — Fr. 100.*
— *sur la réglementation phytosanitaire. — 48 p. (1955). — Fr. 200.*
— *sur le pou de San José. — 20 p. (1955). — Fr. 100.*
— *sur l'anguillule des racines de la pomme de terre. — 20 p. (1955). — Fr. 100.*
— *sur la tristeza et la xyloporose. — 28 p. (1956). — Fr. 200.*

Rapports annuels sur la situation en Europe

— *du doryphore* (Leptinotarsa decemlineata) : *1949, 1950, 1951*, 1952, 1953, 1954, 1955.*
— *de l'anguillule des racines de la pomme de terre* (Heterodera rostochiensis) : *1953, 1954, 1955.*
— *du pou de San José* (Aspidiotus perniciosus) : *1953, 1954, 1955.*
— *de la maladie verruqueuse de la pomme de terre* (Synchytrium endobioticum) : *1953, 1954, 1955.*
— *de l'écaille fileuse* (Hyphantria cunea) : *1952 (1re et 2e Conférences de Vienne), 1953 (3e Conf. Vienne).*
— *des rongeurs parasites des cultures : 1953-1954.*
— *des ennemis et maladies des denrées stockées : 1953-1954.*

Vie de l'Organisation

— *Convention pour l'établissement de l'OEPP. — 24 p. (1955).*
— *Activités en cours, 1953-54. — 24 p. (1954).*
— *Activités en cours, 1954-55. — 32 p. (1955).*
— *Activités en cours, 1955-56. — 40 p. (1956).*

*** Publié en deux éditions distinctes, française et anglaise. Toutes les autres publications citées sont bilingues.**

SOME EPPO PUBLICATIONS

Reports of Technical Working Parties and Conferences

— *on pests and diseases recently introduced into Europe. — 20 pp. (1952).*
— *on pests and diseases of citrus and other Mediterranean crops. — 24 pp. (1952).*
— *on muskrat control : 3rd Intern. Conf. (Munich), 16 pp. (1953). — 4th Intern. Conf. (Gembloux), 20 pp. (1955). — Frs. 100.*
*— *on the protection of foodstuffs in store. — 44 pp. (1953). — Frs. 200.*
— *on Mediterranean fruit fly (1st Intern. Conf.). — 28 pp. (1954). — Frs. 100.*
— *on seed-borne diseases. — 32 pp. (1954). — Frs. 100.*
— *on phytosanitary regulations. — 48 pp. (1955). — Frs. 200.*
— *on San José scale. — 20 pp. (1955). — Frs. 100.*
— *on potato root eelworm. — 20 pp. (1955). — Frs. 100.*
— *on tristeza and xyloporosis. — 28 pp. (1956). — Frs. 200.*

Annual Surveys of the Position in Europe

— *of Colorado beetle* (Leptinotarsa decemlineata) : *1949, 1950, 1951*, 1952, 1953, 1954, 1955.*
— *of potato root eelworm* (Heterodera rostochiensis) : *1953, 1954, 1955.*
— *of San José scale* (Aspidiotus perniciosus) : *1953, 1954, 1955.*
— *of potato wart disease* (Synchytrium endobioticum) : *1953, 1954, 1955.*
— *of fall webworm* (Hyphantria cunea) : *1952 (1st and 2nd Vienna Conferences), 1953 (3rd Vienna Conference).*
— *of field rodents : 1953-1954.*
— *of pests and diseases of foodstuffs in store : 1953-1954.*

Organisation

— *Convention for the Establishment of EPPO. — 24 pp. (1955).*
— *Progress Report, 1953-54. — 24 pp. (1954).*
— *Progress Report, 1954-55. — 32 pp. (1955).*
— *Progress Report, 1955-56. — 40 pp. (1956).*

*** Published in separate English and French editions. All other publications listed are in both languages.**

Prix — Price : Fr. fr. 300 (6 shillings)